От автора

Предлагаемое пособие представляет собой подробные поурочные разработки по курсу «Физика» для 9 класса средней общеобразовательной школы.

Первая часть поурочных разработок предназначена учителям, работающим по учебнику **«Физика. 9 кл.» (А.В. Перышкин. – М.: Дрофа)**.

Вторая часть разработок дается по учебнику **«Физика. 9 кл.» (С.В. Громов, Н.А. Родина. – М.: Просвещение)**.

Практические задания (решения задач) адаптированы на **«Сборник задач по физике для 7–9 классов» (В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. – М.: Просвещение)**.

Цель данного пособия – оказать методическую помощь учителям в процессе подготовки к уроку, помочь в распределении материала по урокам и его систематизации. Для каждого урока определены: цель, оборудование, вид демонстрационного эксперимента, план изложения нового материала, примерное домашнее задание. В данной книге учитель сможет найти все, что ему необходимо для подготовки к урокам: подробные поурочные разработки, методические советы и рекомендации, разноуровневые контрольные работы по каждому изучаемому разделу, тестовые и проверочные задания. В пособии представлены и альтернативные формы проведения уроков: уроки-игры, викторины, КВНы.

2-е издание пособия содержит обновленный комплект уроков, новые варианты их проведения, дополнительный материал к урокам.

Пособие имеет автономный характер – в принципе его одного достаточно для квалифицированной подготовки учителя к занятию, однако оно может использоваться и в сочетании с другими учебно-методическими пособиями. Педагог может заимствовать полностью предлагаемые сценарии уроков, либо использовать их частично, встраивая в собственный план урока.

Надеемся, что эта книга не обманет ваших ожиданий и действительно поможет в педагогической деятельности.

ПОУРОЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ по программе А.В. Перышкина

Примерное почасовое тематическое планирование

Глава I. ЗАКОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ	**21 ч.**
Основы кинематики (Материальная точка. Системы отсчета. Относительность движения. Перемещение. Путь. Траектория. Прямолинейное равномерное движение. Прямолинейное равноускоренное движение. Скорость и ускорение при равноускоренном движении.)	10 ч.
Динамика. Законы Ньютона (Инерциальные системы отсчета. I закон Ньютона. Сила. II закон Ньютона. III закон Ньютона.)	3 ч.
Гравитационное взаимодействие (Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вверх, брошенного под углом к поверхности. Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения. Гравитационная постоянная. Искусственные спутники Земли.)	4 ч.
Импульс (Закон сохранения импульса. Реактивное движение.)	4 ч.
Глава II. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ЗВУК	**12 ч.**
Механические колебания (Характеристики колебательных движений. Превращения энергии при колебательных движениях. Затухающие колебания. Резонанс.)	5 ч.
Волны (Два вида волн: поперечные, продольные. Характеристики волнового движения.)	3 ч.
Звук (Источники звука. Высота. Тембр. Громкость. Распространение звука. Скорость звука. Отражение звука. Эхо.)	4 ч.
Глава III. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ	**12 ч.**
Магнитное поле (Графическое изображение магнитного поля. Направление тока и направление линий его магнитного поля. Сила Ампера. Индукция магнитного поля. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Переменный ток.)	8 ч.
Электромагнитные волны (Электромагнитное поле. Определение электромагнитной волны. Электромагнитная природа света. Интерференция света.)	4 ч.
Глава IV. СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ АТОМНЫХ ЯДЕР	**17 ч.**
Строение атома и атомного ядра (Опыты Резерфорда. Радиоактивность. Радиоактивные превращения ядер. Экспериментальные методы исследования частиц. Строение атомного ядра. Правило смещения. Ядерные силы. Ядерные реакции. Энергия связи. Дефект масс. Деление ядре урана.)	12 ч.
Использование энергии атомных ядер (Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор. Атомная энергетика. Биологическое действие радиации. Термоядерные реакции.)	5 ч.
Обобщающий урок-игра	**1 ч.**

Глава I
ЗАКОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ

Урок 1
Механика. Механическое движение

Цели урока:

Объяснить необходимость изучения механики. Показать возможности ее практического применения. Сформировать у учащихся представление о материальной точке.

Ход урока

I. Вступление

Во вступительной части учитель рассказывает, что будут изучать учащиеся в этом учебном году, какие задания их ждут. Так же необходимо напомнить технику безопасности на уроках физики и во время проведения лабораторных работ.

Далее необходимо вспомнить, что такое физика.

> **Физика – это наука, занимающаяся изучением самых общих свойств окружающего нас материального мира.**

Физика – наука экспериментальная, ее цели, во-первых, отыскать наиболее общие законы природы, во-вторых, объяснить конкретные процессы действием этих общих (фундаментальных) законов. В то же время физика и количественная наука. Все основные законы физики формируются на математическом языке. И этот язык надо знать, а он не прост.

Основные разделы физики:

- Механика
- Термодинамика
- Электродинамика

II. Новый материал

Механика, к изучению основ которой мы приступаем, – это наука о движении и взаимодействии *макроскопических* (от греческого слова *makros – боль-*

шой, длинный) тел. Название «механика» происходит от греческого слова *mechanike*, что означает наука о машинах, искусство постройки машин. Первые простейшие машины (рычаг, клин, колесо, наклонная плоскость и т.д.), которые теперь называют простыми механизмами, появились в древности. Первое орудие человека – палка – это рычаг. Каменный топор – сочетание рычага и клина. Колесо появилось в бронзовом веке, позже стали применять наклонную плоскость.

Уже в V в. до н. э. в афинской армии применялись стенобитные машины – тараны, метательные приспособления – баллисты и катапульты. Строительство плотин, мостов, пирамид, а также ремесленное производство, с одной стороны, способствовали накоплению знанию о механических явлениях, а с другой стороны, – требовали от них новых знаний. В ответ на запросы практики в новых знаниях и возникла наука механика.

Первые дошедшие до нас сочинения по механике, в которых описаны простейшие машины, принадлежат ученым Древней Греции. К ним относится сочинение «Физика» Аристотеля (IV в. до н.э.), в котором впервые введен в науку термин «механика». В III в. до н.э. древнегреческий ученый Архимед впервые применил математику для анализа и описания механических явлений. Архимед сформулировал закон равновесия рычага и закон плавания тел. С этого времени начинается развитие механики как науки.

Новый этап связан с работой Г. Галилея, сформулирован закон инерции, установил законы падения тел и колебаний маятника. Английский физик И. Ньютон, опираясь на работы Галилея и его современников, а так же на результаты своих собственных исследований, создал цельное учение о механическом движении и взаимодействии тел, которое получило название *классической механики*. Классическая механика состоит из трех частей: кинематика, динамика, статика.

Слово *кинематика* происходит от греческого слова *kinematos* – движение. Кинематика изучает, *как* движется тело, но не изучает, *почему* тело движется так, а не иначе. Основными задачами кинематики являются:

а) Описание с помощью математических формул, графиков или таблиц совершаемых телом движений.

б) Определение кинематических величин, характеризующих это движение.

Для описания движения в кинематике вводятся специальные понятия (материальная точка, система отсчета, траектория) и величины (путь, перемещение, скорость, ускорение), которые важны не только в кинематике, но и в других разделах физики.

Первое, что бросается в глаза при наблюдении окружающего мира, – это его изменчивость.

– Какие изменения вы замечаете? (*Ночь меняет день, вода при охлаждении замерзает, падают капли, лает собака, едет автомобиль, двигаются литься деревьев в ветреную погоду.*)

– Поведем итог: наиболее частые ответы связаны с изменением положения тел относительно друг друга.

Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени называются *механическим движением*.

Однако одно и то же тело одновременно может и двигаться и не двигаться, если наблюдать его с различных точек зрения.

Пример 1. В купе вагона на столике лежит яблоко. Пассажир видит, что расстояние до яблока с течением времени сохраняется. Яблоко не совершает механического движения. Но с точки зрения провожающего, яблоко движется, т.к. расстояние от яблока до перрона с течением времени растет.

Пример 2. Вы находитесь в классе в покое (сидя за партой) относительно Земли, но движетесь вместе с Землей вокруг Солнца.

Из этих примеров следует: нет, и не может быть абсолютно неподвижных тел.

Даже самое простое движение тела оказывается сложным для изучения. Для того чтобы облегчить исследования, вводят ряд упрощений. Если мы рассматриваем движение автомобиля, длина которого 5 м, прошедшего 100 км, то пройденное им расстояние в 200000 раз больше его собственной длины. Очевидно, что автомобиль можно рассмотреть как точку. В этом случае пользуются термином *материальная точка*. Но если мы будем исследовать силу сопротивления воздуха, действующего на движущийся автомобиль, считать его материальной точкой нельзя, т.к. сила сопротивления зависит от размеров автомобиля. Материальная точка – это абстрактное понятие, введенное для упрощения изучения многих физических явлений.

Материальной точкой называют тело, размерами и формой которого в рассматриваемом случае можно пренебречь.

– Как же определить положение тела (материальной точки)?

В одном древнем документе, относящемуся к началу нашей эры, сказано: «Стань у восточной стены крайнего дома лицом на север, и, пройдя 120 шагов, повернись лицом на восток. Затем, пройдя 200 шагов, вырой яму в 10 локтей и найдешь 100 золотых монет».

– Если бы этот документ попал в Ваши руки, смогли бы найти клад? (*У каждого человека разные шаги и локти. Не указан населенный пункт. Местность сильно изменилась. Нет дома, от которого нужно считать.*)

Итак, необходимо *тело отсчета*. Если через него провести оси координат, то положение тела в пространстве можно задать его координатами. Но при движении тела его положение меняется с течением времени. Значит, нужен прибор для измерения времени (часы), связанные с телом отсчета.

Все вместе: а) тело отсчета, б) система координат, в) прибор для определения времени, – образуют *систему отсчета*.

Система отсчета может быть: а) одномерной, когда положение тела определяется одной координатой (рис. 1); б) двухмерной, если положение тела определяется двумя координатами (рис. 2); в) трехмерной, т.е. положение тела определяется тремя координатами (рис. 3).



Рис. 1

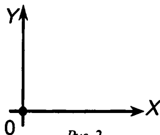


Рис. 2

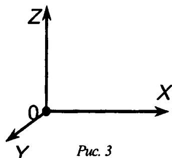


Рис. 3

III. Упражнения и вопросы для повторения

– В каких из перечисленных случаев можно считать тела материальными точками, а в каких – нельзя?

1. На станке изготавливают спортивный диск. (*Не материальная точка.*)
2. Тот же диск после броска спортсмена летит на расстояние 55 м. (*Материальная точка.*)
3. Конькобежец проходит дистанцию соревнования. (*Материальная точка, но не всегда: не надо забывать про фотофиниш.*)
4. Фигурист выполняет упражнения произвольной программы. (*Не материальная точка.*)
5. За движением космического корабля следят из Центра управления полетов на Земле. (*Материальная точка.*)
6. За тем же кораблем наблюдает космонавт, осуществляющий с ним стыковку. (*Не материальная точка.*)
7. Земля вращается вокруг своей оси. (*Не материальная точка.*)
8. Земля движется по круговой орбите вокруг Солнца. (*Материальная точка.*)

Домашнее задание

1. Выучить материал §1, записи в тетради;
2. Упражнение 1 (учебник, стр. 9);
3. Материал для повторения математики:

а) Из формулы $v = at$ выразите a через v и t; t через a и v.

б) Из формулы $v = v_0 + at$ выразите v_0, a, t.

Урок 2
Перемещение. Путь. Траектория

Цели урока:

Ввести понятия «перемещение», «путь», «траектория». Научить определять координаты движущегося тела.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Перед уроком учащиеся выписывают на доске домашнее задание:

$$a = \frac{v}{t}, \qquad t = \frac{v}{a}, \qquad v_0 = v - at,$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}, \qquad t = \frac{v - v_0}{a}$$

Упражнение 1 проверяется устно.

Один ученик вызывается к доске и пересказывает параграф.

Нескольким ученикам раздаются карточки с индивидуальными заданиями, которые выполняются во время устного ответа.

Карточка 1

а) Какую систему координат (одноменную, двухмерную или трехмерную) следует выбрать для определения положения тел:

- трактор в поле (*двухмерная*);
- вертолет (*трехмерная*);
- поезд (*одномерная*);
- шахматная фигура (*двухмерная*).

б) Дано выражение: $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$. Выразите: a, v_0.

(*Ответ*: $a = \frac{2(S - v_0 t)}{t^2}$, $v_0 = \frac{2S - at^2}{2t}$.)

Карточка 2

а) Какую систему координат (одномерную, двухмерную или трехмерную) следует выбрать для определения положения таких тел:

- Люстра в комнате (*двухмерная*);
- Лифт (*одномерная*);
- Подводная лодка (*трехмерная*);
- Самолет на взлетной полосе (*одномерная*)

б) Дано выражение: $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$.

Выразите: v^2, v_0^2, a.

(*Ответ*: $v^2 = 2aS + v_0^2$, $v_0^2 = v^2 - 2aS$, $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}$.)

в) Даны графики (рис. 4). Записать для каждого из них формулы соответствующих им функций.

(*Ответ*: I. $y = 2x$; II. $y = 20$; III. $y = 20 - 4x$.)

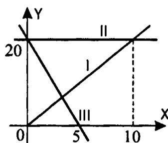


Рис. 4

II. Перемещение тела. Траектория

С изменениями координат связана первая из величин, вводимых для описания движения, – *перемещение*.

Перемещением тела (материальной точки) – называется вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.

Перемещение принято обозначать буквой $\vec{S}$. В СИ перемещение измеряется в метрах (м).

Перемещение – величина *векторная*, т.е. кроме числового значения имеет еще и направление. Векторную величину изображают в виде отрезка, который начинается в некоторой точке и заканчивается острием, указывающим направление. Такой отрезок – стрелка – называется *вектором*. Например, перемещение $\vec{S}$ – вектор, проведенный из точки M в точку M_1 (рис. 5).

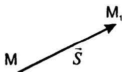


Рис. 5

Знать вектор перемещения – значит, знать его направление и модуль. Модуль вектора это скаляр, т.е. численное значение. Зная начальное положение и вектор перемещения тела, можно однозначно определить, где находится тело.

Следует всегда различать понятия *пути* и *перемещения*. Путь – величина скалярная. Перемещение – векторная.

Для того чтобы ввести определения пути, необходимо еще одно понятие – *траектория*.

Непрерывную линию, которую описывает движущееся тело (рассматриваемое как материальная точка) по отношению к выбранной системе отсчета, называют *траекторией* (рис. 6).

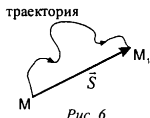


Рис. 6

Траектория может быть известна еще до начала движения. Так, полотно железной дороги определяет траекторию поездов. Заранее рассчитывается траектория движения искусственных спутников Земли.

В зависимости от траектории движения могут быть *прямолинейными* (падение тел в опыте Галилея) и *криволинейными* (движение брошенного под углом к горизонту мяча).

Траектория одного и того же движения различна в разных системах отсчета.

Например, для пассажира равномерно двигающегося поезда падающий в вагоне мячик двигается вертикально вниз, а для человека, стоящего на перроне, тот же мячик двигается по параболической траектории.

Длина траектории – путь. Модуль перемещения и путь могут совпадать по значению, только в том случае, если тело движется вдоль прямой в одном направлении.

III. Проекция вектора на ось

Важным понятием является понятие *проекции вектора* (рис. 7).

Опустим из точек *A* и *B* (начало вектора и его конец) перпендикуляры на ось *OX*. Длину отрезка A_1B_1, взятую со знаком «+» или «–» называют *проекцией вектора* на ось *OX*. Проекция вектора – величина скалярная.

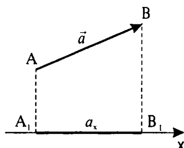


Рис. 7

Проекцию считают *положительной* ($a_x > 0$), если от проекции начала вектора к проекции его конца нужно идти по направлению оси.

Другими словами, проекция вектора положительна, если угол между направлением вектора и осью *OX* острый.

В противном случае проекция вектора *отрицательна* ($a_x < 0$).

Если вектор перпендикулярен оси, то при любом направлении вектора его проекция на ось *равна нулю* ($a_x = 0$).

IV. Упражнения и вопросы для повторения

– Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси? (*Путь.*)
– Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча. (*Путь 4 м, перемещение 2 м.*)
– Велосипедист движется по окружности с радиусом 30 м. Чему равны путь и перемещение велосипедиста за половину оборота? За полный оборот? (*Пройденный за пол оборота путь равен $l = \pi R = 94{,}2$ м, перемещение $S = 2R = 60$ м. За один оборот путь $l = 2\pi R = 188{,}4$ м, перемещение $S_2 = 0$.*)

Домашнее задание

1. §2, 3. Ответить на вопросы в конце параграфа;
2. Выполнить упражнение 3 (учебник, стр. 15);
3. На рис. 8 показана траектория *ABCD* движения точки из *A* в *D*. Найти координаты точек начала и конца движения, пройденный путь, перемещение, проекцию перемещения на оси координат.

(*Ответ*: Координаты начала: *A* (2, 2), координаты конца: *D* (6, 2), пройденный путь: 20 м, перемещение: 4 м, проекция перемещения на ось *OX*: $S_X = 4$ м, проекция перемещения на ось *OY*: $S_Y = 0$.)

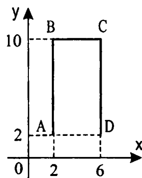


Рис. 8

4*. Решить задачу (для желающих или наиболее успевающих учеников):

Катер прошел по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найти геометрическим построением перемещение ($\vec{S}$) и его модуль (S). (*Ответ*: $S \approx 2{,}8$ км.)

Урок 3

Перемещение при прямолинейном равномерном движении. Графическое представление движения

Цели урока:

Ввести понятие скорости как векторной величины. Научить описывать движение различными способами: графическим и координатным (как функцию от времени).

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного можно провести в виде фронтального опроса либо проверочной самостоятельной работы по изученному материалу.

Фронтальная беседа

- В чем состоит основная задача механики?
- Зачем введено понятие материальной точки? Когда тело можно считать материальной точкой? Приведите примеры.
- Что такое система отсчета? Для чего она вводится?
- Какие виды систем координат вы знаете?
- Какую систему координат вы выберите для определения положения таких тел: стрекоза в полете, шахматная фигура на доске, теплоход движется на реке, лифт в доме, пуговица на одежде?
- Что такое траектория, путь, перемещение?
- В чем отличие пути от перемещения?
- В каком случае путь равен траектории? Приведите примеры.
- Подбросьте тело вверх и поймайте его при спуске. Что больше: путь тела или перемещение?
- Как определить проекцию вектора? (правило)
- Как определить проекцию вектора перемещения на ось?

Во время беседы на доске проверяется решение домашних задач.

Задания для самостоятельной работы:

Вариант I

1. Мяч падает с высоты 2 м, и, отскочив от земли, поднимается на высоту 1,5 м. Чему равны путь l и модуль перемещения S мяча? (*Ответ*: $l = 3{,}5$ м, $S = 0{,}5$ м.)

2. Материальная точка движется по окружности радиуса R. Чему равны путь l и модуль перемещения S через пол-оборота? (*Ответ*: $l = \pi R$, $S = 2R$.)

3. Укажите знаки проекций векторов на оси OX, OY (рис. 9).

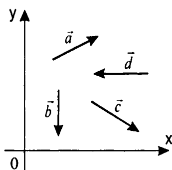


Рис. 9

Вариант II

1. Мяч упал с высоты 4 м от пола и был пойман на высоте 2 м. Найти путь l и модуль перемещения S мяча. (*Ответ*: $l = 6$ м, $S = 2$ м.)

2. Автомобиль двигался по кольцевой дороге вокруг Москвы и дважды по ней проехал. Чему равны путь l и перемещение S, если длина кольцевой дороги L? (Ответ: путь $l = 2L$, перемещение $S = 0$.)

3. Укажите знаки проекций векторов на оси OX, OY (рис. 10).

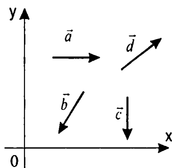


Рис. 10

II. Новый материал

Эксперимент 1

На демонстрационном столе стоит стеклянная трубка, наполненная водой. При быстром ее перевертывании пузырек воздуха начинает всплывать (можно открыть трубку и погрузить в жидкость какое-либо сферическое тело). Отмечая положения пузырька через равные промежутки времени (через 2 с), получаем таблицу:

t, с	0	2	4	6	8	10
x, см	0	5	10	15	20	25

Из опыта видно, что за одинаковые промежутки времени тело перемещается на одно и то же расстояние. Это пример *равномерного* движения. Движение пассажира на эскалаторе в метро, движение конвейерной ленты, спуск парашютиста в безветренную погоду – это все примеры равномерного движения.

Движение тела называется *равномерным*, если за любые равные промежутки времени тело перемещается на одинаковое расстояние (т.е. проходит одинаковые пути).

Как найти (вычислить) перемещение тела за какой-то промежуток времени t? Для этого надо знать перемещение тела за единицу времени. Это отношение называют *скоростью* и обозначают буквой $\vec{v}$:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t},$$

где $\vec{v}$ – скорость [м/с], $\vec{S}$ – перемещение [м], t – время [с].

Направлен вектор скорости так же, как и вектор перемещения. Направление вектора скорости – это и есть направление движения тела.

При вычислении перемещения и скорости обычно пользуются формулами, в которые входят не векторы, а проекции векторов:

$$S_X = v_X t, \text{ но } S_X = x - x_0.$$

Следовательно:

$$x - x_0 = v_X t.$$

Таким образом:

$$x = x_0 + v_X t,$$

где x – конечная координата [м],

x_0 – начальная координата [м],

v_X – проекция скорости на ось OX,

t – время [с].

Мы нашли зависимость координаты x от времени t, т.е. $x(t)$.

Данная зависимость линейная. Из математики известно, что графиком линейной функции $y = kx + b$ является прямая.

Далее можно рассмотреть различные варианты графиков зависимости координаты x от времени (при $v_X = 0$, $v_X > 0$, $v_X < 0$).

Теперь построим график $v_X(t)$ – график зависимости скорости от времени (см. рис. 11).

По графику скорости можно найти путь. Численно он будет равен площади заштрихованной фигуры (в данном случае прямоугольник) за время t, т.е. $S = vt$.

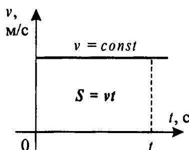


Рис. 11

III. Упражнения и вопросы для повторения

1. Определите по рис. 12 начальные координаты бензоколонки (A), грузового (B) и легкового (C) автомобилей и мотоцикла (D). Запишите уравнение зависимости координаты от времени для каждого тела. Определите координаты тел через 1,5 ч.

2. По графикам изменения координат двух тел (рис. 13) сравнить их скорости. Записать уравнение $x(t)$. Построить $v_X(t)$ и найти путь за 2 с. Сделать рисунок, на котором указать положение тел (ось OX направить вправо).

Домашнее задание

1. Выучить материал §4;
2. Ответить на вопросы в конце параграфа;
3. Выполнить упражнение 4 (стр. 20).

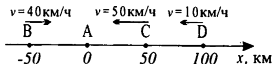


Рис. 12

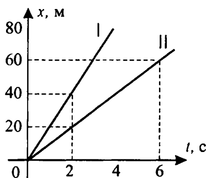


Рис. 13

Дополнительный материал к уроку

– Знаете ли вы, почему для обозначения скорости принята латинская буква v, пути – S, времени – t?

Хотя для обозначения физических величин можно было бы выбрать любые буквы любого алфавита, однако во многих случаях применение латинских букв для этих целей оказалось весьма удачным. Латинский алфавит принят в большинстве стран мира, корни латинских слов перешли в такие распространенные языки, как французский, английский, испанский. Для тех, кто не владеет иностранными языками, введем обозначения некоторых физических величин начальными буквами их латинских названий: v – *velocitas* – скорость, a – *acceleratio* – ускорение, t – *tempus* – время.

Например, «акселератор» – педаль, нажимая на которую регулируется поступление горючей смеси в цилиндр двигателя внутреннего сгорания, в результате чего изменяется скорость движения автомобиля; «велосипед» сложное слово: *velox* – скорый и *pedes* – ноги. Таким образом, латинская буква напоминаст о физическом смысле обозначаемый его величины.

Для определения скорости используют различные приборы. Спидометр для определения скорости автомобиля. Скорость тепловоза и электровоза определяется специальным прибором – скоростеметром.

В морской практике сохранилась старинная мера скорости – узел. Название «узел» связано со старинным способом измерения скорости корабля. Лага, тросик, или так называемый лагминь с привязанной на конце доской бросают с кормы корабля. Доска покоится в воде позади уходящего от нее корабля, а тросик сматывают в катушки, которую матрос держит в руках. На тросике завязаны узлы, отстоящие друг от друга на определенном расстоянии. Сосчитав число узлов за определенное время, можно определить скорость корабля в «узлах». В настоящее время применяют механические и электрические лоты, но скорость продолжают измерять в узлах.

Урок 4
Решение задач на совместное движение нескольких тел. Ускорение

Цели урока:

Научить учащихся решать задачи на совместное движение нескольких тел. Проверить их навыки и умения решать задачи. Сформировать понятие ускорения.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Какое движение называют равномерным?
– Что называется скоростью равномерного движения? В каких единицах она выражается?
– В каких случаях проекция скорости равномерного движения на ось положительна, в каких отрицательна?
– Как находится проекция перемещения, если известна проекция скорости?

– Как найти координату тела в любой момент времени, если известна начальная координата, проекция скорости и время?
– Как скорость, выраженную в метрах в секунду, выразить в километрах в час и наоборот?
– Выразите в м/с скорость 72 км/ч.
– Какая скорость больше: 5 м/с или 36 км/ч?

II. Решение задач

Задача 1

В течение 30 с поезд двигался равномерно со скоростью 54 км/ч. Какой путь прошел поезд за это время? (*Ответ*: 450 м.)

Задача 2

Движения двух велосипедистов заданы уравнениями $x_1 = 5t$ и $x_2 = 150 - 10t$.
а) Постройте графики зависимости $x(t)$;
б) Найдите время и место встречи;
в) Постройте графики зависимости $v_x(t)$.
(*Ответ*: тела встретятся через $t = 10$ с, $x = 50$ м.)

Задание 3

Точка A совершает движение на плоскости XY. Координаты точки, в зависимости от времени изменяются по закону: $x = -2t$, $y = 2 + 3t$.
а) Запишите уравнение траектории $y(x)$ точки A.
2) Чему равны начальные координаты движущейся точки и координаты через 2 с после начала движения?
3) Постройте график функции $y(x)$.
(*Ответ*: в начальный момент $t = 0$; $x = 0$. Через 2 с $x = -4$ м; $y = 8$ м.)

III. Самостоятельная работа

I вариант

На оси координат показаны тела их скорости (рис. 14).

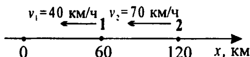


Рис. 14

а) Определить начальные координаты первого и второго тела.
б) Записать для каждого тела уравнение зависимости координаты от времени – x (t).
в) Найти место и время встречи аналитически и графически.
г) Построить график $v_x(t)$.
д) Найти координату каждого тела через 4 ч.
е) Найти путь, пройденный каждым телом за 6 ч.

II вариант

На оси координат показаны тела, их скорости (рис. 15).

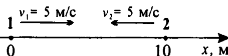


Рис. 15

а) Определите начальные координаты 1 и 2 тела.
б) Записать для каждого тела уравнение зависимости координаты от времени.
в) Найти место и время встречи аналитически и графически.
г) Построить график $v_x(t)$.

д) Найти координату каждого тела через 4 с.

е) Найти путь, пройденный каждым телом за 6 секунд.

IV. Новый материал

Прямолинейное равномерное движение, т.е. движение с постоянной (по модулю и направлению) скоростью, не очень часто встречается на практике.

Гораздо чаще приходится иметь дело с таким движением, при котором скорость со временем изменяется. Такое движение называется неравномерным.

Эксперимент

Рассмотрим движение шарика по наклонному желобу, а затем по горизонтальному участку (рис. 16).

Координаты шарика через 2 с представлены в таблице:

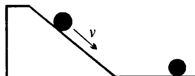


Рис. 16

t, с	0	2	4	6	8
x, см	0	8	32	72	128

Видно, что перемещения шарика за 2 с различны на разных этапах движения. При таком движении скорость тела (мгновенная скорость) непрерывно изменяется от точки к точке.

Для простоты будем считать, что за каждую единицу времени и вообще за любые равные промежутки времени скорость изменяется одинаково.

Движение тела, при котором его скорость за любые равные промежутки времени изменяется одинаково, называется *равноускоренным* движением.

Пусть скорость тела в начальный момент времени была равна $\vec{v}_0$, а через промежуток времени t она оказалась равной $\vec{v}$. Тогда отношение $\frac{\vec{v}-\vec{v}_0}{t}$ – быстрота изменения скорости. Ее называют ускорением:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}-\vec{v}_0}{t}.$$

Единица измерения ускорения в СИ – м/с²: $[a]$ = м/с².

При прямолинейном движении векторы $\vec{v}_0$ и $\vec{v}$ направлены вдоль одной прямой. Удобнее использовать запись: $\vec{v} = \vec{v}_0 + at$. В проекциях на ось OX это уравнение имеет вид: $\vec{v}_X = \vec{v}_{0X} + a_X \cdot t$.

Алгоритм решения простейших задач по кинематике:

1. Выясните и запишите характер движения.
2. Выясните и запишите, есть ли начальная скорость.
3. Запишите краткое условие задачи, выразив все величины в единицах СИ.
4. Используя основные формулы кинематики, запишите ее в векторной форме, спроецируйте на необходимую ось.
5. Запишите проекции с учетом знаков (в модулях)
6. Найдите искомую величину.
7. Вычислите ее.
8. Проанализируйте ответ.

Пример 1

Автомобиль, движущийся со скоростью 10 м/с, начал тормозить с ускорением 1 м/с². Сколько времени пройдет до остановки автомобиля?

Дано:	Решение:
$a = 1$ м/с^2 $v_0 = 10$ м/с $v = 0$ м/с	Запишем уравнение для скорости при равноускоренном движении в проекциях на ось OX: $v_X = v_{0X} + a_X \cdot t$. Т.к. векторы скорости и ускорения направлены в противоположные стороны, то их проекции имеют разные знаки. Получаем уравнение: $v = v_0 - at$.
$t = ?$	

Отсюда: $t = \dfrac{v_0 - v}{a}$. $t = \dfrac{10\,\text{м/с} - 0\,\text{м/с}}{1\,\text{м/с}^2} = 10\,\text{с}$. **Ответ:** $t = 10$ с.

Пример 2

Тело движется прямолинейно с уменьшающейся скоростью. Ускорение равно 4 м/с². В некоторый момент времени модуль скорости тела $v_0 = 20$ м/с. Найдите скорость тела через $t_1 = 4$ с и $t_2 = 8$ с после этого момента. Определите также момент времени, когда тело останавливается.

Дано:	Решение:
$a = 4$ м/с^2 $v_0 = 20$ м/с $t_1 = 4$ с $t_2 = 8$ с	$\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{a}t_1$, $\vec{v}_2 = \vec{v}_0 + \vec{a}t_2$ Т.к. векторы скорости и ускорения направлены в противоположные стороны, то в проекциях на ось OX получаем уравнения: $v_{1X} = v_0 - at_1$, $v_{2X} = v_0 - at_2$. $v_{1X} = 20$ м/с $- 4$ м/с$^2 \cdot 4$ с $= 4$ м/с; $v_{2X} = 20$ м/с $- 4$ м/с$^2 \cdot 8$ с $= -12$ м/с.
$v_1 = ?$ $v_2 = ?$	

Знак минус у проекции скорости означает, что к исходу 8-ой секунды тело двигалось в направлении, противоположном направлению начальной скорости. Модуль скорости $v_2 = ?\ v_{2X}? = 12$ м/с.

Можно вычислить момент, когда тело остановилось, т.е. когда $v_3 = 0$:

0 м/с $= 20$ м/с $- 4$ м/с$^2 \cdot t$; $t = \dfrac{20\,\text{м/с} - 0\,\text{м/с}}{4\,\text{м/с}^2} = 5\,\text{с}$.

Ответ: $v_1 = 4$ м/с; $v_2 = -12$ м/с, $t = 5$ с (время остановки тела).

V. Решение задач

Для самостоятельного решения в классе учащимся можно дать следующие задачи:

Задача 1

Троллейбус, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением 1,5 м/с². Через какое время он приобретет скорость 54 км/ч? (*Ответ*: через 10 с.)

Задача 2

Автомобиль, движущийся со скоростью 36 км/ч, останавливается при торможении в течение 4 с. С каким постоянным ускорением движется автомобиль при торможении? (*Ответ*: 2,5 м/с².)

Задача 3

Автомобиль, двигаясь с постоянным ускорением, на некотором участке увеличил свою скорость с 15 м/с до 25 м/с. За какое время произошло это увеличение, если ускорение автомобиля равно 1,6 м/с²? (*Ответ*: 6,25 с.)

Задача 4

Какая скорость могла быть достигнута, если бы тело в течение 0,5 ч двигалось с ускорением 10 м/с^2 из состояния покоя? (*Ответ*: 18000 м/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §5;
2. Упр. 5 (учебник, стр.24);
3. Задача 7 (учебник, стр. 241).

Урок 5
Скорость прямолинейного равноускоренного движения. График скорости

Цели урока:

Научиться строить график скорости от времени. Сформировать понятия перемещения при прямолинейном равноускоренном движении. Научиться его находить.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Дайте определение мгновенной скорости.
– Каков физический смысл мгновенной скорости?
– Что такое ускорение?
– Назовите единицы ускорения.
– Как рассчитывается мгновенная скорость при равноускоренном движении?
– Чем отличаются векторные величины от скалярных?
– Что показывает модуль вектора ускорения?
– Каковы правила сложения векторных величин?

С целью повторения материала можно предложить учащимся ряд простых устных задач по изученной теме:

1. Какой путь пройдет велосипедист за 2 ч, если его средняя скорость 15 км/ч?
2. Чему равна мгновенная скорость камня, брошенного вертикально вверх, в верхней точке траектории?
3. О какой скорости – средней или мгновенной – идет речь в следующих случаях: а) пуля вылетает из винтовки со скоростью 800 м/с; б) самолет летит из Киева в Москву со скоростью 800 км/ч; в) скоростемер на тепловозе показывает 75 км/ч?

II. Скорость при равноускоренном движении

Задание 1

На рис. 17 показаны тела, их скорости и ускорения. Запишите уравнения скорости для каждого тела и определите скорость через 5 с после начала движения.

1) $v_1 = 2t$; через 5 с: $v = 10$ м/с;
2) $v_2 = 8 + 2t$; через 5 с: $v = 8$ м/с + 5 с $\cdot$ 2 = 18 м/с;
3) $v_3 = 8t$; через 5 с: $v = 8$ м/с – 5 с $\cdot$ 2 = 2 м/с;

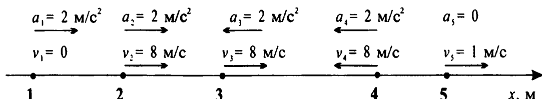


Рис. 17

4) $v_{4X} = -8 - 2t$; через 5 с: $v_{4X} = -8$ м/с $- 2 \cdot 5$ с $= -18$ м/с; Модуль скорости $v_4 = |v_{4X}| = 18$ м/с;

5) $v_5 = 1$; через 2 с: $v = 1$ м/с.

– Постройте график зависимости v_x от t для пятого тела. Что будет графиком функции? (*Прямая, параллельная оси t.*)

– А что будет графиком зависимости для остальных четырех тел? (*Прямая.*) В данном случае имеем линейную зависимость.

Учитель строит возможные варианты графиков и комментирует их (рис. 18).

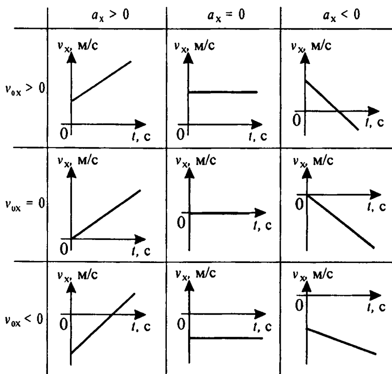


Рис. 18

По графику зависимости скорости от времени можно найти ускорение:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

Задание 2

Записать уравнение скорости от времени $v_x(t)$ для каждого участка графика (рис. 19).

а) Участок ОА: $v_0 = 0$, $a = \dfrac{60\,\text{м/с}}{3\,\text{с}} = 20\,\text{м/с}^2$.

Уравнение: $v = 20t$.

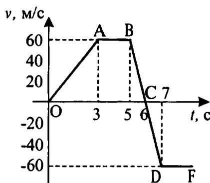


Рис. 19

б) Участок АВ: $a = 0$, $v = v_0 = 60$. Уравнение: $v = 60$.

в) Далее можно рассматривать участок ВС, а можно сразу BD, т.к. ускорение одинаково на всем участке.

Участок BD: $v_0 = 60$ м/с, $v = -60$ м/с, $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{-60\text{ м/с} - 60\text{ м/с}}{2\text{ с}} = -60\text{ м/с}^2$.

Уравнение: $v = 60 - 60t$

г) Участок DF: $a = 0$, $v = v_0 = -60$. Уравнение: $v = -60$.

III. Перемещение при равноускоренном движении

Пусть некоторое тело движется по направлению оси x, имея начальную скорость v_0, увеличивая ее до v. Построим график зависимости скорости от времени (рис. 20).

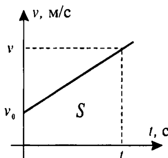


Рис. 20

– Как найти перемещение тела?

Вспомним, что площадь, ограниченная графиком скорости, при равномерном движении и осью t, равна пути, пройденному телом.

Путь и перемещение совпадают, если тело движется поступательно вдоль прямой. У нас на графике как раз такой случай, значит, чтобы найти перемещение нужно найти площадь заштрихованной фигуры (трапеции). Площадь трапеции равна:

$$S = (a + b) \cdot h / 2$$

где a, b – основания трапеции,

h – высота трапеции.

В нашем случае: $a = v_0$, $b = v$, $h = t$.

$$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{(v_0 + v_0 + at)}{2} \cdot t = \frac{2v_0 + at}{2} \cdot t = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Проекция перемещения находится по формуле:

$$S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Тогда для координаты имеем:

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Домашнее задание

1. Выучить §6–8 (§8 – для самостоятельного изучения);
2. Выполнить упражнение 7.
3. Ответить на вопрос микротеста:

Уравнение зависимости проекции скорости тела от времени имеет вид: $v_x = 2 + 3t$ (м/с). Каково соответствующее уравнение поекции перемещения тела?

а) $S_x = 2t + 3t^2$ (м); б) $S_x = 1{,}5t^2$ (м);
в) $S_x = 2t + 1{,}5t^2$ (м); г) $S_x = 3t + t^2$ (м);

Урок 6
Решение задач

Цели урока:

Развитие навыков самостоятельной работы. Отработка методов решения задач.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Вопросы и задачи на повторение:

- Начальная и конечная скорости движения тела (тело движется в одном направлении) соответственно равны 2 м/с и 4 м/с. Как движется это тело?
- Проекция ускорения тела равна –2 м/с^2. Как это понимать?
- Поезд отходит от станции. Как направлено его ускорение?
- Поезд начинает тормозить. Как направлены его ускорение и скорость?
- Ускорение тела равно 1 м/с^2. На сколько изменится скорость тела за 1 с?

Далее на доске выписываются основные формулы кинематики в векторной форме и в проекциях:

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}, \ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t;$$

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \ v_x = v_{0x} + a_x t.$$

Следует анализ формул.

– Запишите, что получится, если $a = 0$. ($x = x_0 + v_{0x}t$, $v_x = v_{0x}$.)

Делается вывод: равномерное движение является частным случаем равноускоренного движения.

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Какую скорость будет иметь тело через 20 с от начала движения, если оно движется с ускорением 0,2 м/с^2? (*Ответ*: 4 м/с.)

2. За 5 с скорость шарика возросла с 2 м/с до 5 м/с. Определить ускорение шарика. (*Ответ*: 0,6 м/с^2.)

3. Как движется автомобиль, график проекции скорости движения которого изображен на рис. 21?

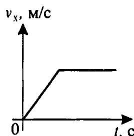


Рис. 21

4. Автомобиль, остановившийся перед светофором, набирает затем скорость 54 км/ч на пути 50 м. С каким ускорением он должен двигаться? Сколько времени будет длиться разгон? (*Ответ*: 2,25 м/с^2; 6,7 с.)

5. По данному на рис. 22 графику проекции ускорения построить график проекции скорости, если начальная скорость $v_0 = 0$.

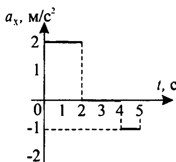


Рис. 22

6. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с после

начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика. Ускорение считать постоянным. (*Ответ*: 0,45 м/с; 0,3 м/с^2.)

Вариант II

1. Через 25 с после начала движения спидометр автомобиля показал скорость движения 36 км/ч. С каким средним ускорением двигался автомобиль? (*Ответ*: 0,4 м/с^2.)

2. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,2 м/с^2. Какую скорость приобретет велосипедист через 10 с, если его начальная скорость равна 5 м/с? (*Ответ*: 7 м/с.)

3. Как движется велосипедист, график проекции скорости движения которого изображен на рис. 23?

v_x, м/с

0 t, с

Рис. 23

4. При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду 90 см. Определите путь тела за седьмую секунду. (*Ответ*: 1,3 м.)

5. По данному на рис. 24 графику проекции ускорения построить график проекции скорости, если начальная скорость $v_0 = 0$.

a_x, м/с^2

3 2 1 0 1 2 3 4 5 t, с

Рис. 24

6. Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за 1 с, а второй – за 1,5 с. Длина вагона 12 м. Найти ускорение поезда и его скорость в начале наблюдения. Движение поезда считать равноускоренным. (*Ответ*: 3,2 м/с^2; 13,6 м/с.)

Примечание:

Из данных задач можно составить варианты работ любого уровня сложности. Например, плохоуспевающим учащимся можно давать задачи 1, 2, 3. Средним – задачи 3, 4, 5. Хорошо успевающим можно предложить задачи 4, 5, 6. Возможны и другие варианты.

Домашнее задание

1. Велосипедист движется в течение некоторого времени с постоянной скоростью 2 м/с. Затем его движение становится равноускоренным, и он проходит за 20 с путь в 250 м. Какой будет конечная скорость велосипедиста?

(*Ответ*: 23 м/с.)

2. Тело, двигаясь с ускорением 10 м/с^2 из состояния покоя, в конце первой половины пути достигло скорости 20 м/с. Какой скорости достигнет тело в конце пути? Сколько времени двигалось тело? Какой путь оно прошло?

(*Ответ*: $S = 40$ м, $t = 2{,}8$ с, $v_2 = 28$ м/с.)

3. На рис. 25 представлен график зависимости проекции скорости от времени. В какой из четырех интервалов времени тело прошло максимальный путь?

а) 0–2 с; б) 2–5 с;

в) 5–6 с; г) 6–7 с.

v_x, м/с

30 20 10 0 1 2 3 4 5 6 7 t, с

Рис. 25

Урок 7
Относительность движения

Цели урока:

Дать учащимся представление об относительности движения.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Двое учеников выписывают на доске решения домашних задач.

II. Новый материал

Допустим, что человек, неподвижно сидящий на движущейся платформе, наблюдает за арбузом, лежащим на той же платформе. Естественно, что он мысленно свяжет систему отсчета с платформой. Для него (или в системе отсчета, связанной с платформой) арбуз находится в покое.

В это же время человек, находящийся у полотна железной дороги, мысленно связав систему отсчета с землей, увидит, что арбуз движется.

Рассмотрс. нный пример показывает, что одно и тоже тело движется в разных системах отсчета по-разному: в системе отсчета, связанной с платформой, арбуз находится в покое, а относительно системы отсчета, связанной с землей, движется. Поэтому движение относительно.

Ребенок, впервые попавший на берег реки во время ледохода, спросил: «На чем это мы едем?» (Ребенок «выбрал» в качестве тела отсчета плывущую по реке льдину.) Находясь в покое относительно берега, ребенок двигался вместе с берегом относительно «выбранной» им системы отсчета – льдина.

В стихотворении И.А. Бунина «В поезде» есть такие строки:

Вот мост железный над рекой
Промчался с грохотом под нами ...

– Что писатель-пассажир выбрал за систему отсчета? (*Писатель «выбрал» систему отсчета, связанную с поездом. Поэтому поезд условно считается неподвижным. Относительно этой системы отсчета мост в самом деле движется.*)

Обратите внимание, в двустишии отмечается также, что не только движение тела, но и его положение относительно: мост расположен под поездом, но над рекой.

Еще один пример относительности движения и покоя. Всем, наверное, известно, как трудно, находясь в вагоне поезда и глядя в окно на проходящий мимо по соседнему пути поезд, выяснить, какой из поездов движется, а какой покоится. Строго говоря, если видеть только соседний вагон и не видеть землю, строения и т.д., то узнать, какой из поездов движется прямолинейно равномерно, а какой – покоится, невозможно. Утверждение пассажиров, что его поезд движется, а другой стоит, будет справедливо для обоих поездов, т.к. движение и покой относительны.

Пример 1

Пловец пересек реку шириной 20 м, выдерживая курс поперек реки (рис. 26). В то же время тече-

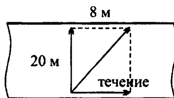


Рис. 26

ние реки его снесло на расстояние 8 м. Каков модуль суммарного перемещения пловца?

(*Ответ*: модуль суммарного перемещения $S = \sqrt{400+64} \approx 22\,\text{м}$.)

Пример 2

Пассажир, находящийся в вагоне поезда, проходит по направлению его движения 20 м. Каков модуль перемещения пассажира относительно Земли, если за то же время поезд прошел 200 м? Все движения прямолинейные. А если пассажир идет против поезда? (*Ответы*: 220 м и 180 м.)

Пример 3

В условиях примера 2 определите, каков модуль перемещения пассажира, поезда и земли в системе отсчета, связанной с пассажиром? ($S = 0$, $S_{п} = 20$ м, $S_{з} = 220$ м или $S_{з} = 180$ м).

Понятия того, что движение одного и того же тела можно рассматривать в разных системах отсчета, сыграло огромную роль в развитии взглядов на строение Вселенной.

Идея о вращении планет вокруг Солнца (гелиоцентризм) возникла еще в Древней Греции (Гераклий Понтийский, Аристарх Самосский...), но в дальнейшем почти на двадцать веков была забыта отчасти из-за противоречивости ощущений и утверждения о движении Земли, отчасти из-за преследований со стороны церкви. Николай Коперник, живший в XVI в., получил отличное образование в университетах Польши и Италии (математика, астрономия, право, языки, медицина). Почти всю свою жизнь он провел в должности каноника Всермийской епархии, занимался устройством самых разнообразных дел, свободное время отдавал астрономии. Титаническая работа, которая сопровождалась наблюдениями и вычислениями продолжалась в течение почти двадцати лет. Книга Коперника «О вращении небесных сфер» вышла в 1543 г. В этом труде земной шар низводился в ранг рядовой планеты, движущейся, как и остальные, по орбите вокруг Солнца и вращающейся вокруг оси. Книгу внесли в «Индекс запрещенных».

III. Решение задач

Задача 1

Эскалатор метро движется со скоростью 0,75 м/с. Найти время, за которое пассажир переместился на 20 м относительно земли, если он сам идет в направлении движения эскалатора со скоростью 0,25 м/с в системе отсчета, связанной с эскалатором. (*Ответ*: 20 с.)

Задача 2

Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 км/ч и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда?

Дано:	**Решение:**
$v_1 = 72$ км/ч	72 км/ч = 20 м/с; 54 км/ч = 15 м/с.
$v_2 = 54$ км/ч	Суммарная скорость движения поездов относительно друг друга:
$t = 14$ с	$v = v_1 + v_2 = 20$ м/с + 15 м/с = 35 м/с.
$l = ?$	$l = v \cdot t = 35$ м/с $\cdot$ 14 с = 490 м.

Ответ: $l = 490$ м.

Задача 3

Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 минуты. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 минуты. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору. (*Ответ*: 45 с.)

Задача 4

Самолет движется относительно воздуха со скоростью 50 м/с. Скорость ветра относительно земли 15 м/с. Какова скорость самолета относительно земли, если он движется по ветру? Против ветра? Перпендикулярно направлению ветра? (*Ответ*: $v_1 = 65$ м/с, $v_2 = 35$ м/с, $v_3 = 52$ м/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §9, ответить на вопросы к параграфу;
2. Упражнение 9;
3. Решить задачу (для желающих):

Скорость катера перпендикулярна скорости реки $v_р$ и относительно берега равна $v_{к1} = 4$ м/с. Чему равна скорость реки, если скорость катера относительно воды равна $v_{к2} = 5$ м/с? (Ответ: $v_р = 3$ м/с.)

Урок 8
Контрольная работа по теме «Основы кинематики»

Цели урока:

Проверить качество усвоения изученного материала. Развивать навыки устного счета.

Ход урока

Указания к работе

Содержание контрольной работы по возможности должно быть таким, чтобы в нее входили задачи, охватывающие весь изученный по теме материал. При этом расчетная часть задач должна быть несложной. Это позволит ученикам не только тратить на расчеты минимум времени, но и большую часть расчетов проводить устно. Умение логично строить ответ на поставленный вопрос – важный элемент в обучении.

Контрольная работа может быть составлена как из тестовых заданий с выбором верного ответа из нескольких предлагаемых вариантов, так и из классических качественных и расчетных задач.

Контрольный тест

I вариант

1. Скорость тела, движущегося прямолинейно и равноускоренно, изменилась при перемещении из точки 1 в точку 2 так, как показано на рис. 27. Какое направление имеет вектор ускорения на этом участке?

а) →;

б) ←;

в) $a = 0$;

г) направление может быть любым.

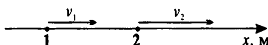


Рис. 27

2. По графику зависимости модуля скорости от времени (см. рис. 28) определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени $t = 2$ с.

а) *2 м/с²*;
б) 3 м/с²;
в) 9 м/с²;
г) 27 м/с².

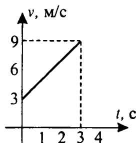


Рис. 28

3. По условию задачи 2 определите перемещение тела за 3 с.

а) 9 м; б) *18 м*;
в) 27 м; г) 36 м.

4. Покоящееся тело начинает движение с постоянным ускорением. В третью секунду оно проходит путь 5 м. Какой путь тело пройдет за 3 с?

а) 5 м; б) 7 м;
в) *9 м*; г) 11 м.

5. Уравнение зависимости проекции скорости движущегося тела от времени: $v_x = 2 + 4t$ (м/с). Каково соответствующее уравнение проекции перемещения тела?

а) $S_x = 2t + 3t^2$ (м); б) $S_x = 1{,}5 \cdot t^2$ (м);
в) *$S_x = 2t + 2t^2$ (м)*; г) $S_x = 3t + t^2$ (м).

6. Находящемуся на горизонтальной поверхности стола бруску сообщили скорость 5 м/с. Под действием сил трения брусок движется с ускорением 1 м/с². Чему равен путь, пройденный бруском за 6 с?

а) 5 м; б) 12 м;
в) *12,5 м*; г) 30 м.

II вариант

1. Скорость тела, движущегося прямолинейно и равноускоренно, изменилась при перемещении из точки 1 в точку 2 так, как показано на рис. 29. Какое направление имеет вектор ускорения на этом участке?

а) →;
б) ←;
в) $a = 0$;
г) направление может быть любым.

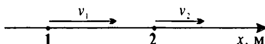


Рис. 29

2. По графику зависимости модуля скорости от времени, представленному на рис. 30, определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени $t = 1$ с.

а) 2 м/с²;
б) *5 м/с²*;
в) 7,5 м/с²;
г) 30 м/с².

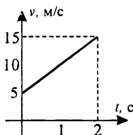


Рис. 30

3. По условию задачи 2 определите перемещение тела за 2 с.

а) 10 м; б) *20 м*;
в) 30 м; г) 40 м.

4. Покоящееся тело начинает движение с постоянным ускорением. За четыре секунды оно проходит путь 16 м. Какой путь тело пройдет за четвертую секунду?

а) 4 м; б) *7 м*;
в) 8 м; г) 9 м.

5. Уравнение зависимости проекции скорости движущегося тела от времени: $v_x = 3 + 2t$ (м/с). Каково соответствующее уравнение проекции перемещения тела?

а) $S_x = 2t^2$ (м); б) $S_x = 2t + 3t^2$ (м);
в) $S_x = 3t + 2t^2$ (м); г) $S_x = 3t + t^2$ *(м)*.

6. Находящемуся на горизонтальной поверхности стола бруску сообщили скорость 4 м/с. Под действием сил трения брусок движется с ускорением 1 м/с^2. Чему равен путь, пройденный бруском за 5 с?

а) 4 м; б) 7,5 м;
в) *8 м*; г) 20 м.

Контрольная работа (второй вариант работы)

I вариант

1. Два тела движутся вдоль одной прямой так, что их уравнения имеют вид: $x_1 = 40 + 10t$, $x_2 = 12 + 2t^2$.
   а) определите вид движения;
   б) покажите на оси *OX* начальные координаты тел, направления их скоростей и ускорений;
   в) каковы будут координаты этих тел через 5 с?
   г) через какое время и где одно из тел догонит другое тело?
   д) постройте графики скорости.

2. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скорость 72 км/ч остановился через 4 с. Найдите тормозной путь. (*Ответ*: 40 м.)

3. Тело движется равномерно со скоростью 3 м/с в течение 5 с, после чего получает ускорение 20 м/с^2. Какую скорость будет иметь тело через 15 с от начала движения. Какой путь оно пройдет за все время движения?
(*Ответ*: $v = 6$ м/с, $S = 82{,}5$ м.)

II вариант

1. Два тела движутся вдоль одной прямой так, что их уравнения имеют вид: $x_1 = -40 + 4t$, $x_2 = 560 - 20t^2$.
   а) какое тело движется равномерно, а какое – равноускоренно?
   б) покажите на оси *OX* начальные координаты тел, направления их скоростей и ускорений.
   в) каковы будут координаты этих тел через 5 с?
   г) где и когда тела встретятся?
   д) постройте графики зависимости скорости этих тел от времени.

2. Автомобиль, двигаясь с ускорением 2 м/с^2, за 5 с прошел 125 м. Найдите начальную скорость автомобиля. (*Ответ*: 20 м/с.)

3. Начиная равноускоренное движение, тело проходит за первые 4 с путь 24 м. Определите начальную скорость тела, если за следующие 4 с оно проходит расстояние 64 м. (*Ответ*: 1 м/с.)

Домашнее задание

Подготовиться к лабораторной работе 1 (стр. 226–231).

Урок 9
Лабораторная работа 1
«Измерение ускорения тела при равноускоренном движении»

Цель работы:

Вычислить ускорение, с которым скатывается шарик по наклонному желобу. Развивать навыки работы с физическим оборудованием.

Оборудование:

Измерительная лента; метроном, желоб, шарик, штатив с муфтами и лапкой, металлический цилиндр.

Ход урока

Так как это первая лабораторная работа в новом учебном году, вначале следует напомнить правила поведения в лаборатории и порядок выполнения работ. Ознакомившись с целью и порядком выполнения данной лабораторной работы, можно приступать к ее выполнению.

Чтобы вычислить ускорение шарика, измеряют перемещение S шарика за известное время t. Так как при равноускоренном движении без начальной скорости $S = at^2 / 2$, то, измерив S и t, можно найти ускорение шарика: $a = 2S / t^2$.

Но никакие измерения не делаются абсолютно точно. Они всегда производятся с некоторой погрешностью, связанной с несовершенством средств измерения и другими причинами.

Но и при наличии погрешностей имеется несколько способов повышения точности измерений. Наиболее простой из них – вычисление среднего арифметического из результатов нескольких независимых измерений одной и той же величины, если условия опыта не изменяются. Это и предлагается сделать в работе.

Порядок выполнения работы:

1. Укрепите желоб с помощью штатива в наклонном положении под небольшим углом к горизонту. У нижнего конца желоба вложите металлический цилиндр.

2. Пустив шарик (одновременно с ударом метронома) с верхнего конца желоба, подсчитайте число ударов метронома до столкновения шарика с цилиндром. Опыт удобно проводить при 120 ударах метронома в минуту.

3. Меняя угол наклона желоба к горизонту и производя небольшие передвижения металлического цилиндра, добивайтесь того, чтобы между моментом пуска шарика и моментом его столкновения с цилиндром было 4 удара метронома (3 промежутка между ударами).

4. Вычислите время движения шарика. Время движения t вычислить по формуле:

$$t = 0{,}5 \cdot n$$

где n – число ударов метронома, не считая нулевого удара (или число промежутков времени по 0,5 с от начала движения шарика до его остановки).

5. С помощью измерительной ленты определите перемещение S шарика. Не меняя наклона желоба (условия опыта должны оставаться неизменными), повторите опыт пять раз, добиваясь снова совпадения четвертого удара метронома с ударом шарика о металлический цилиндр (цилиндр для этого можно немного передвигать).

6. По формуле $S_{CP} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5) / 5$ найдите среднее значение модуля перемещения, а затем рассчитайте среднее значение модуля ускорения.

7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

Число ударов метронома, n	Расстояние, $S_{ср}$, м	Время движения t, с	Ускорение a, м/с^2

8. Вывод.

9. Дополнительное задание: записать уравнение проекции скорости от времени и построить график. Найти перемещение тела за 10 с, его конечную скорость.

Урок 10
Урок-игра по теме «Кинематика»

(Урок проводится как обобщающий после изучения основных понятий кинематики.)

Цели урока:

В интересной игровой форме обобщить, закрепить знания, полученные по теме, научить видеть проявления изученных закономерностей в окружающей жизни, совершенствовать навыки решения качественных и расчетных задач, расширять кругозор учащихся, развивать коммуникативные способности.

Оформление:

Плакаты, выставка литературы для дополнительного чтения.

Подготовка к уроку:

Ребята делятся на две команды, равные по силам. В каждой команде выбирается капитан. Выбирается ведущий, жюри конкурсов.

Перед игрой все участники игры изучают литературу по теме и приносят книги на урок.

Ход урока

Ведущий: «Сэр Исаак Ньютон почти божественным разумом первый доказал с факелом математики движение планет, пути комет, приливы и отливы океанов. Он исследовал различие световых лучей и появляющиеся при этом различные свойства цветов, чего ранее никто не подозревал. Прилежный, умный и верный истолкователь природы, древности и Священного писания, он утверждал своей философией величие Всемогущего Бога. Пусть смертные радуются, что существовало такое украшение рода человеческого».

Это слова из эпитафии Исаака Ньютона. Ему, автору классической механики, посвящен наш урок-игра по теме «Кинематика».

Для разминки приглашаются по 6 человек от каждой команды (выходят участники). На обдумывание каждого ответа отводится 30 секунд, правильный ответ оценивается в 1 балл.

I. Разминка

1. Луна обращается вокруг Земли так, что одна ее сторона постоянно обращена к Земле. Какова траектория движения центра Земли относительно космонавта, находящегося на Луне? (*Точка.*)

2. В каком случае выброшенная из вагона вещь долетит до земли раньше: когда вагон в покое относительно Земли или когда он движется? (*Время падения одинаково.*)

3. В какую сторону надо выбросить из вагона, движущегося с некоторой скоростью, предмет, чтобы опасность повредить его при ударе о землю была наименьшей? (*Назад.*)

4. Послан человек из Москвы в Вологду, и велено ему в хождении своем совершать каждый день по 40 верст. На следующий день вслед ему послан второй человек, и приказано ему проходить в день по 45 верст. На какой день второй догонит первого? (*На восьмой.*)

5. Один человек идет в другой город и проходит в день по 40 верст. Другой человек ищет навстречу ему и проходит в день по 30 верст. Расстояние между городами 700 верст. Через сколько дней путешественники встретятся? (*Через 10 дней.*)

6. Существуют ли точки в движущемся поезде, которые движутся не вперед, а назад? (*Да. Точки на реборде колеса.*)

7. Стратонавты рассказывают, что если не обращать внимания на показания приборов, то невозможно определить, поднимается или опускается аэростат и движется ли он вообще. Чем это можно объяснить? (*Принципом относительности Г. Галилея.*)

Ведущий: Разминка окончена. Спасибо участникам конкурса, они могут пройти на свои места. Слово предоставляется жюри для подведения итогов конкурса.

Жюри подводит итог.

II. Конкурс игрушек

Ведущий: Мой братишка часто спрашивает меня: что же такое физика? Я говорю, что все вокруг устроено на основании физических законов. «И игрушки?» – удивляется брат. Узнав, что я буду вести урок-игру, брат прислал нам свои игрушки: лук со стрелами, пистолет, стреляющий шариками. Давайте играть. Ваша задача: за 10 минут придумать и провести с игрушками физический эксперимент. От каждой команды для участия приглашаются по два человека, конкурс оценивается в 3 балла.

(Представители команд получают игрушки. Выпустив стрелу вертикально вверх, и, измерив время полета, можно определить высоту подъема стрелы, ее начальную скорость. То же самое можно проделать с помощью пружинного пистолета с пулей-шариком.)

III. Конкурс физиков-теоретиков

Ведущий: Прошу подойти по одному участнику от каждой команды.

Для следующего конкурса физиков-теоретиков приготовлены хитроумные

задачи. Не одно поколение учеников решало эти задачи, ведь составлены они еще в начале XVIII в. Леонтием Филипповичем Магницким. Через 15 минут участники должны представить на суд жюри решение задач. Оценка за конкурс – 5 баллов. Представители команд получают конверты с условиями задач:

Задача «На охоте»

Пошел охотник на охоту с собакой. Идут они лесом, и вдруг собака увидела зайца. За сколько скачков собака догонит зайца, если расстояние от собаки до зайца равно 40 скачкам собаки и расстояние, которое собака пробегает за 5 скачков, заяц пробегает за 6 скачков? Считать, что скачки делаются одновременно зайцем и собакой.

Решение: Если заяц сделает 6 скачков, то и собака сделает 6 скачков. Но собака за 5 скачков из шести пробежит то же расстояние, что и заяц за 6 скачков. Следовательно, за 6 скачков собака приблизится к зайцу на расстояние, равное одному своему скачку. Поскольку в начальный момент расстояние между зайцем и собакой было равно 40 скачкам собаки, то собака догонит зайца через $40 \cdot 6 = 240$ скачков.

Задача «Собака и заяц»

Собака усмотрела зайца в 150 саженях от себя. Заяц пробегает за 2 минуты 500 саженей, а собака – за 5 минут 1300 саженей. За какое время собака догонит зайца?

Решение: За одну минуту заяц пробегает 250 саженей, а собака 260 саженей. Следовательно, за одну минуту расстояние между собакой и зайцем уменьшается на 10 саженей. Поскольку меду собакой и зайцем было 150 саженей, то собака догонит зайца через $150 : 10 = 15$ минут.

IV. Конкурс «Слова, слова, слова...»

Ведущий: За 3 минуты четыре человека от каждой команды должны составить по три слова, играющих важнейшую роль в механике. Для этого игрокам выдаются комплекты карточек. На каждой карточке написана одна буква. Чтобы жюри могли следить за работой команд, карточки прикрепляются к шнурам, протянутым через класс.

Для удобства карточка выполняется со сгибом по верхнему краю, она просто «вешается» на шнур.

Примеры возможных наборов слов:

Скорость, путь, относительность – одной команде,

Ускорение, перемещение, время – другой.

Под музыку участники выполняют задание, жюри подводит итог.

Ведущий: Проверим теперь, как справились с игрушками участники «Конкурса игрушек».

Команды показывают свои работы, жюри подводит итог.

V. Конкурс «Физическое лото»

Ведущий: На плакатах – формулы кинематики. Да вот беда, художники наделали массу ошибок. Исправьте их. Оцениваются правильность и быстрота выполнения работы. Оценка – 2 балла.

Пример недооформленного плаката с ошибками:

$v = v_0 + t$	$S = t^2 + at^2$	$S = v_0 + \frac{at^2}{2}$
$a = \frac{v^2}{t}$	$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$	$S = at$
$h = v_0 + \frac{t^2}{2}$	$v = \frac{S^2}{t}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$
$= \frac{at^2}{2}$	$S = \frac{v - v_0}{2a}$	$v = w$

Ведущий: Настала пора проверить работу теоретиков. (Участники сообщают решения задач, жюри подводит итог.)

VI. Конкурс «Литературный»

Ведущий: Каждая команда получает график зависимости скорости от времени. Необходимо за 5 минут составить рассказ по предложенному графику. Оценка за конкурс – 4 балла.

Командам предлагаются графики, состоящие из нескольких участков, а участники придумывают для графиков литературный сюжет. Пока команды работают, жюри наблюдают и затем подводят итог.

VII. Конкурс «Блиц-турнир»

Ведущий: Принимают участие все! Каждой команде предлагается по 9 вопросов, ответы на которые надо дать моментально. За каждый правильный ответ – 0,5 балла.

Вопросы первой команде:

- Материальная точка – это ...
- Изменение скорости в единицу времени – это ...
- Скорость света в вакууме равна ...
- Рекордное значение прыжка в высоту ... (*2 м 41 см*)
- Высота Останкинской телебашни... (*540 м*)
- Средняя скорость пешехода ... (*5 км/ч*)
- Переведите 54 км/ч в метры секунду.
- Назовите единицы измерения скорости.
- Путь – это ... (*Сумма всех расстояний, пройденных телом.*)

Вопросы второй команде:

- Движение называется поступательным, если ...
- Свободное падение – это ...
- Численное значение ускорения свободного падения ...
- Рекордное значение прыжка в длину ... (*8,9 м*)
- Длина марафонской дистанции ... (*42 км 132 м*)
- Максимальная скорость гепарда ... (*112 км/ч*)
- 36 км/ч переведите в метры в секунду.
- Перемещение – это ...
- Единица измерения ускорения ...

Подводятся итоги, награждаются победители.

Заключительное слово учителя.

Хочется надеяться, что сегодняшний урок разбудит и у вас, девятиклассников, жажду новых познаний, ведь «великий океан истины» по-прежнему расстилается перед вами не исследованным до конца.

Урок 11
Динамика. Инерциальные системы отсчета. I закон Ньютона

Цели урока:

Сформировать понятие об инерциальной системе отсчета. Изучить I закон Ньютона. Показать важность такого раздела физики как «Динамика».

Ход урока

I. Повторение

– В чем состоит основная задача механики?
– Зачем введено понятие материальной точки?
– Когда тело можно считать материальной точкой? Приведите примеры.
– Что такое система отсчета? Для чего она вводится?
– Какие виды систем координат вы знаете?

II. Новый материал

В главном разделе механики – динамике – рассматривается взаимное действие тел друг на друга, которое является причиной изменения движения тел, т.е. их скоростей.

Если кинематика отвечает на вопрос: как движется тело?, то динамика выясняет, почему именно так.

В основе динамики лежат три закона Ньютона.

Если неподвижно лежащее на земле тело начинает двигаться, то всегда можно обнаружить предмет, который толкает это тело, тянет или действует на него на расстоянии (например, если к железному шарику поднесем магнит).

Эксперимент 1

Возьмем кусок мела в руки и разожмем пальцы: мел упадет на пол.

– Какое тело подействовало на мел? (*Земля.*)

Эти примеры говорят о том, что изменение скорости тела всегда вызывается воздействием на данное тело каких-либо других тел. Если на тело не действуют другие тела, то скорость тела никогда не меняется, т.е. тело будет покоиться или двигаться с постоянной скоростью.

Этот факт совсем не является само собой разумеющимся. Понадобился гений Галилея и Ньютона, чтобы его осознать.

Начиная с великого древнегреческого философа Аристотеля, на протяжении почти двадцати веков, все были убеждены: для поддержания постоянной скорости тела необходимо, чтобы что-то (или кто-то) действовало на него. Аристотель считал покой относительно Земли естественным состоянием тела, не требующим особой причины.

В действительности же свободное тело, т.е. тело, которое не взаимодействует с другими телами, может сохранять свою скорость постоянной сколь

угодно долго или находиться в покое. Только действие со стороны других тел способно изменить его скорость. Если бы не было трения, то автомобиль при выключенном двигателе сохранял бы свою скорость постоянной.

Первый закон механики, или ***закон инерции***, как его часто называют, был установлен еще Галилеем. Но строгую формулировку этого закона дал и включил его в число основных законов физики Ньютон. Закон инерции относится к самому простому случаю движения – движению тела, на которое не оказывают другие тела. Такие тела называют ***свободными*** телами.

Первый закон Ньютона формулируется так:

Существуют такие системы отсчета, относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют другие тела.

Такие системы отсчета называют ***инерциальными***.

Систему отсчета, связанную с Землей можно приближенно считать инерциальной, но гораздо точнее брать за инерциальную систему отсчета, связанную с Солнцем. Строго говоря, Солнце и Земля не являются инерциальными системами отсчета. Но эффекты, вызванные этой неинерциальностью, незначительны. В ряде случаев ими пренебрегают (но далеко не всегда).

Кроме того, нельзя поставить ни одного опыта, который бы в чистом виде показал, как движется тело, если на него не действуют другие тела. Но имеется один выход: надо поставить тело в условия, при которых влияние внешних воздействий можно делать все меньше и меньше, и наблюдать, к чему это ведет.

Явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел называется ***инерцией***.

Эксперимент 2

Подвесим шарик на шнуре. Пока шнур не перерезан, шарик находится в покое. Если бы можно было убрать Землю, но при этом сохранить действие натянутого шнура, то он бы стал двигаться с ускорением в противоположную сторону.

– О чем говорит этот пример?

III. Закрепление изученного

Вопросы для закрепления:

– В чем состоит явление инерции?
– В чем состоит I закон Ньютона?
– При каких условиях тело может двигаться прямолинейно и равномерно?
– Какие системы отсчета используются в механике?
– Гребцы, пытающиеся заставить лодку двигаться против течения, не могут с этим справиться, и лодка остается в покое относительно берега. Действие каких тел при этом компенсируется?
– Яблоко, лежащее на столике равномерно движущегося поезда, скатывается при резком торможении поезда. Укажите системы отсчета, в которых первый закон Ньютона: а) выполняется; б) нарушается. (*В системе отсчета, связанной с Землей, первый закон Ньютона выполняется. В системе отсчета, связанной с вагоном, первый закон Ньютона не выполняется.*)

– Каким опытом внутри закрытой каюты корабля можно установить, движется ли корабль равномерно и прямолинейно или стоит неподвижно? (*Никаким.*)

Задачи и упражнения на закрепление:

С целью закрепления материала можно предложить ряд качественных задач по изученной теме, например:

1. Может ли шайба, брошенная хоккеистом, двигаться равномерно по льду?
2. Назовите тела, действие которых компенсируется в следующих случаях: а) айсберг плывет в океане; б) камень лежит на дне ручья; в) подводная лодка равномерно и прямолинейно дрейфует в толще воды; г) аэростат удерживается у земли канатами.
3. При каком условии пароход, плывущий против течения, будет иметь постоянную скорость?

Можно предложить и ряд чуть более сложных задач на понятие инерциальной системы отсчета:

1. Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаях систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: а) свободно падает; б) движется равномерно вверх; в) движется ускоренно вверх; г) движется замедленно вверх; д) движется равномерно вниз.
2. Может ли тело в одно и то же время в одной системе отсчета сохранять свою скорость, а в другой – изменять? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.
3. Строго говоря, связанная с Землей система отсчета не является инерциальной. Обусловлено ли это: а) тяготением Земли; б) вращением Земли вокруг своей оси; в) движением Земли вокруг Солнца?

Домашнее задание

1. Выучить §10, письменно ответить на вопросы в конце параграфа;
2. Выполнить упражнение 10;
3. Ответить на вопрос микротеста:

Действие всех сил на тело скомпенсировано. Какова траектория движения этого тела?

а) порабола; б) окружность;
в) прямая; г) эллипс.

Приложение к уроку (материал для учителя)

Античная механика

По мере накопления знаний о мире задача их систематизации становилась все более насущной. Эта задача была выполнена одним из величайших мыслителей древности – Аристотелем (384–322 гг. до н.э.)

Аристотель – «самая универсальная голова» среди древнегреческих философов», сказал Ф. Энгельс про этого великого ученого Древней Греции.

Аристотель родился в Греции, в г. Стагире, расположенном рядом с Македонией. В 366 г. до н.э. он приехал в Афины в академию Платона и пробыл там вместе с Платоном около 20-ти лет. В 339 г. до н.э. Аристотель организовал в Афинах свой Лицей и успешно руководил им 13 лет. Умер Аристотель в 322 году до н.э. на острове Эвбея.

В аристотелевской натурфилософии фундаментальное место занимает учение о движении. Движение он понимает в широком смысле, как изменение вообще, различая изменения качественные, количественные и изменения в пространстве. Кроме того, в понятие движения он включает психологические и социальные изменения – там, где речь идет об усвоении человеком знаний или об обработке материалов. Понятие движение включает в себя также переход из одного состояния в другое, например, из бытия в небытие.

Все механические движения Аристотель делит на три вида: круговые, естественные и насильственные. Круговое движение – это самое совершенное движение, присущее только небесному миру. Это движение вечно и неизменно, и причиной его является перводвигатель – бог, живущий за сферой неподвижных звезд, где кончается материальная Вселенная.

Земные же движения, где все несовершенно и имеет начало и конец, бывают естественные и насильственные. Естественное движение – это движение тяжелого тела вниз к центру Мира, к центру Земли, и легкого вверх. Это движение тел происходит само собой, в результате стремления тела занять свое естественное место. Оно не нуждается в силах. Все остальные движения на Земле насильственные и могут происходить только под действием внешних сил (в том числе равномерное и прямолинейное движение). Свой основной принцип динамики Аристотель формулирует так: «Все, что находится в движении, движется благодаря воздействию другого».

У Аристотеля мы находим также и соображения, дающие основание для количественного определения силы. Для того, чтобы лучше разобраться в сути дела введем некоторые современные термины и обозначения: f – сила, действующая на тело, p – вес тела. Рассуждения Аристотеля сводятся к следующему: сила пропорциональна произведению скорости тела, к которому она приложена, на его вес, т.е. $f = pv = ps/t$, где s – пройденный путь, t – соответствующее время, а v – скорость.

Но вместе с тем Аристотель верил в бога, противопоставлял земное и небесное, в центре ограниченной Вселенной он поместил неподвижную Землю, как тело обладающее наибольшей тяжестью. За эти и подобные им моменты в учении Аристотеля ухватилась церковь, превратив их в догмы.

Аристотеля называют крестным отцом физики: ведь название его книги «Физика» стало названием всей физической науки.

Механика эпохи Возрождения

В середине XV века в Европе начинается быстрый рост городов, отделение ремесленного (промышленного) производства от натурального хозяйства. Этот период является началом широкого протестантского движения против духовной диктатуры католической церкви.

В этой обстановке рождалось новое естествознание. Ф. Энгельс так охарактеризовал начавшийся со второй половины XV века период в истории науки: «Это был величайший прогрессивный переворот из всех пережитых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености ...». И среди этих титанов эпохи Возрождения Ф. Энгельс одним из первых называет Леонардо да Винчи (1452–1519 гг.), «которому обязаны важнейшими открытиями самые разнообразные области физики».

«Опыт – отец всякой достоверности. Мудрость – дочь опыта» утверждал этот великий ученый.

Леонардо да Винчи родился 15 апреля 1452 года в небольшом городке Винчи, недалеко от Флоренции. В 1516 году Леонардо да Винчи уезжает во Флоренцию по приглашению французского короля и там проводит свои последние годы.

«Механика – рай математических наук», – говорил Леонардо, много времени и энергии отдавая ее изучению. Работы Леонардо в области механики могут быть сгруппированы по следующим разделам: законы падения тел; законы движения тела, брошенного под углом к горизонту; законы движения тела по наклонной плоскости; влияние трения на движение тел; теория простейших машин (рычаг, наклонная плоскость, блок); вопросы сложения сил; определение центра тяжести тел; вопросы, связанные с сопротивлением материалов. Перечень этих вопросов делается еще более значительным, если учесть, что многие из них разбирались вообще впервые. Остальные же, если и рассматривались до него, то базировались в основном на умозаключениях Аристотеля, весьма далеких в большинстве случаев от истинного положения вещей. По Аристотелю, например, тело, брошенное под углом к горизонту, должно лететь по прямой, а в конце подъема, описав дугу окружности, падать вертикально вниз. Леонардо да Винчи рассеял это заблуждение и нашел, что траекторией движения в этом случае будет парабола.

Он высказывал много ценных мыслей, касающихся сохранения движения, подходя вплотную к закону инерции. «Импульс» (*impeto*) есть отпечаток движения, который движущее переносит на движимое. Импульс – сила, запечатленная движущим, в движимом. Каждый отпечаток тяготеет к постоянству или желает постоянства...».

Леонардо знал и использовал в своих работах метод разложения сил. Для движения тел по наклонной плоскости он ввел понятие о силе трения, связав ее в силой давления тела на плоскость и правильно указав направление этих сил.

Еще до Леонардо да Винчи ученые занимались теорией рычага и блока. Однако выигрыш в силе происходит за счет потери во времени. Леонардо критиковал тех, кто стремился создать вечный двигатель: «О, искатели вечного движения, сколько пустых проектов создали вы в подобных поисках! Прочь идите с алхимиками – искатели золота». «Невозможно, чтобы груз, который опускается, мог поднять в течение какого ни было времени другой, ему равный, на ту же высоту, с которой ушел».

Очень характерно для механики Леонардо да Винчи стремление вникнуть в сущность колебательного движения. Он приблизился к современной трактовке понятия резонанса, говоря о росте колебаний при совпадении собственной частоты системы с частотой извне. «Удар в колокол получает отклик и приводит в движение другой подобный колокол, и тронутая струна лютни находит ответ и приводит в слабое движение другую подобную струну той же высоты на другой лютне».

Леонардо да Винчи впервые и много занимался вопросами полета. Первые исследования, рисунки и чертежи, посвященные летательным аппаратам, относятся примерно к 1487 году (первый Миланский период). В первом летательном аппарате применялись металлические части; человек располагался горизонтально, приводя механизм в движение руками и ногами.

В дальнейшем Леонардо заменил металл деревом и тростником, веревки – жесткими передачами, а человека расположил вертикально. Он стремился освободить руки человека: «Человек в своем летательном аппарате должен сохранять полную свободу движений от пояса и выше… У человека запас силы в ногах больше, чем нужно по его весу». Однако отсутствие уверенности в том, что этой силы достаточно для успешного полета в любых условиях, привело его к мысли об использовании пружины как двигателя и о планере, с которым можно осуществить если не полный полет, то хотя бы парение в воздухе. Он построил модель планера и готовил его испытание. Стремление обезопасить человека в процессе этих испытаний побудило его к изобретению парашюта.

Трудно перечислить все инженерные проблемы, над которыми работал пытливый ум Леонардо. Любуясь сегодня великолепными картинами Леонардо да Винчи, рассматривая его остроумные проекты различных сооружений, перечитывая глубокие мысли ученого, благодарное человечество воздаст и будет воздавать дань этому гиганту из гигантов эпохи Возрождения.

Урок 12
Сила. II закон Ньютона. III закон Ньютона

Цели урока:

Ввести понятия силы как количественной меры. Изучить второй и третий законы Ньютона.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Как движется тело, если на него не действуют другие тела?
- Тело движется прямолинейно и равномерно. Меняется ли при этом его скорость? Чему равно ускорение тела?
- Какие взгляды относительно состояния покоя и движения тел существовали до начала XVII в.?
- Чем точка зрения Галилея, касающаяся движения тел, отличается от точки зрения Аристотеля?
- Как формулируется первый закон Ньютона?
- Какие системы отсчета называются инерциальными, а какие – неинерциальными?
- Можно ли в ряде случаев считать инерциальными системы отсчета, связанные с телами, которые покоятся или движутся прямолинейно и равномерно относительно Земли?
- Инерциальна ли система отсчета, движущаяся с ускорением относительно какой-либо инерциальной системы?

II. Сила. Второй закон Ньютона

Эксперимент

Тележка с прикрепленной к ней упругой пластинкой. Пластинка согнута и связана нитью. Тележка находится в покое относительно стола.

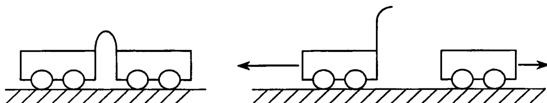


Рис. 31

– Начнет ли тележка двигаться, если пластинка выпрямится? Тележка остается на месте.

Теперь поставим на другую сторону от согнутой пластинки еще одну такую же тележку (см. рис. 31). После пережигания нити обе тележки пришли в движение. Оба тела действуют друг на друга – они взаимодействуют.

Количественную меру действия тел друг на друга, в результате которого тела получают ускорения (т.е. изменяют свою скорость), называют силой.

Общепринятое обозначение силы – $\vec{F}$ (от *force* – сила).

Сила, как векторная величина, определяется:

- модулем;
- направлением;
- точкой приложения.

В реальных условиях редко встречаются случаи, когда на тело действует только одна сила. Обычно их несколько. Сила, равная геометрической сумме всех приложенных к телу (материальной точке) сил, называется ***равнодействующей*** или результирующей:

$$\vec{F}_P = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i ,$$

где n – число сил.

Когда на тело действует сразу несколько сил, то оно движется с ускорением в том направлении, куда направлена равнодействующая всех сил ($\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{F}_P$).

В инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу и обратно пропорционально его массе (II закон Ньютона).

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_P}{m} ,$$

где $\vec{F}_P$ – равнодействующая всех сил, приложенных к телу [Н];
m – масса [кг];
$\vec{a}$ – ускорение [м/с²].

Особенности II закона Ньютона:

- закон справедлив для любых сил;
- сила $\vec{F}$ является причиной и определяет ускорение $\vec{a}$;
- вектор ускорения сонаправлен с вектором силы;
- если на тело действуют несколько сил, то берется результирующая;
- Если результирующая сила равна нулю, то $\vec{a} = 0$, т.е. получаем первый закон Ньютона.

III. Третий закон Ньютона

Если вы ударите ногой по футбольному мячу, то немедленно ощутите обратное действие на ногу. Нельзя толкнуть плечом кого-либо, не испытав обратного действия на наше плечо. Приложите на гладкий стол два сильных магнита разноименными полюсами, и вы увидите, что они начнут двигаться навстречу друг другу.

Если магниты поставить на тележки, закрепив их одинаковыми мягкими пружинами, то пружины растянутся совершенно одинаково. Это означает, что на оба тела со стороны пружины действуют одинаковые по модулю и противоположные по направлению силы:

$$\vec{F}_1 = - \vec{F}_2$$

На основе этого и подобных опытов можно сформировать третий закон Ньютона.

Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны.

Особенности III закона Ньютона:

- силы появляются только парами;
- всегда применяется при взаимодействии тел;
- обе силы – одной природы;
- силы не уравновешиваются, т.к. приложены к разным телам;
- закон верен для любых сил.

IV. Упражнения и вопросы для повторения

1. Учитель вычерчивает на доске различные варианты сил, приложенных к телу (например, см. рис. 32). Учащиеся графическим построением находят равнодействующую силу.

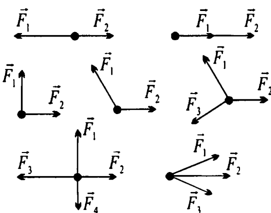


Рис. 32

2. Заполните пропуски:

Под действием силы тело движется …

Если при неизменной массе тела увеличить силу в 2 раза, то ускорение … в … раз.

Если массу тела уменьшить в 4 раза, а силу, действующую на тело, увеличить в 2 раза, то ускорение … в … раз.

Если силу увеличить в 3 раза, а массу …, то ускорение останется неизменным.

3. Даны графики зависимости проекции скорости и ускорения от времени для прямолинейного движения тела (рис. 33). Укажите, на каких участках действия окружающих тел

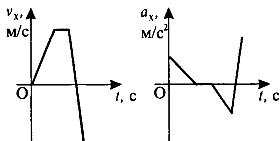


Рис. 33

скомпенсированы. Как направлена равнодействующая сила по отношению к направлению движения?

Домашнее задание

1. Выучить §11, 12;
2. Выполнить упражнения 11 (1, 2), 12 (3).

Урок 13
Урок-игра «Законы Ньютона»

(Урок проводится как обобщающий после изучения трех законов Ньютона)

Цели урока:

В интересной игровой форме обобщить, закрепить знания, полученные по теме, научить видеть проявления изученных закономерностей в окружающей жизни, совершенствовать навыки решения качественных и расчетных задач, расширить кругозор учащихся, развить коммуникативные способности.

Эпиграфы к уроку:

Сделал, что мог, пусть другие сделают лучше.

Не знаю, чем я могу казаться миру, но самому себе я кажусь мальчиком, играющим у моря, которому удалось найти более красивый камешек, чем другим: но океан неизвестного лежит передо мной.

Исаак Ньютон (1643–1727 гг.)

Оформление:

Плакат с эпиграфом, портрет Ньютона, выставка литературы для дополнительного чтения.

Подготовка к уроку:

Ребята делятся на две команды, равные по силам, выбираются капитаны команд. Перед уроком каждая команда изучает литературу по истории жизни и деятельности Ньютона, приносит книги на урок.

Ход урока

Вступительное слово учителя

Учитель зачитывает и поясняет слова эпиграфа, отмечает, что, по мнению Ньютона, законы были открыты «играючи». Просто необходимо было более внимательно отнестись к окружающему миру, полному неизведанного. Поэтому и урок, посвященный законам Ньютона, проводится в виде игры, которая позволит проявиться всем способностям учащихся, расширит их кругозор, научит видеть изученные на уроках закономерности в природе, поможет объяснить многие механические явления.

I. Конкурс «Доверяй, но проверяй»

Капитаны выбирают по два лучших экспериментатора в каждой команде, которые получают экспериментальные задания и приступают к их выполнению. Через несколько минут они представят классу сам опыт и анализ его результатов. Лучший доклад приносит победу команде, а докладчику – балл в личную «копилку».

Задание для первой команды

Положите на стакан открытку. Поставьте на открытку прищепку, чтобы она находилась над серединой стакана. Резко и с силой щелкнете по открытке пальцем, чтобы она отлетела в сторону. Повторите это несколько раз.

Иногда прищепка падает в стакан в своем прежнем положении, а иногда, падая, переворачивается. Почему?

(*Щелкая пальцем по открытке, вы прилагаете к ней силу. Открытка сдвигается с места так быстро, что не успевает увлечь прищепку за собой. Прищепка падает вниз благодаря силе тяжести, потому что открытка больше не поддерживает ее. Если Вы толкнете открытку с недостаточной силой, она потащит прищепку за собой, а сила тяготения потянет верхушку прищепки вниз, в результате чего она перевернется.*)

Задание для второй команды «Шарик, танцующий в воздухе»

Примерно за 100 лет до нашей эры александрийский ученый Герон проделал такой опыт: на конец изогнутой трубки он поместил легкий шарик и затем начал нагнетать в трубку воздух. Шарик, поднявшись над концом трубки, как бы плясал в воздушной струе, не отлетая в сторону.

Такой опыт можно повторить, если Вы поместите мячик от пинг-понга в струю воздуха, выходящего из работающего пылесоса.

Этот же опыт можно показать и с водой. Соедините один конец резиновой трубки с водопроводным краном, другой наденьте на стеклянную трубку концом вверх. Над трубкой укрепите небольшое кольцо, в которое поместите деревянный шарик. Постепенно открывайте кран водопровода. Струя поднимает шарик.

(*Если вода обтекает шарик равномерно, он будет держаться на определенной высоте. Если же шарик выйдет из равновесия, то произойдет следующее: одна часть шарика потеряет точку опоры, на другую же вода продолжает давить с прежней силой. Таким образом, шарику сообщается вращательное движение.*)

II. Конкурс «Колесо истории»

В этом конкурсе участвует весь класс. Учитель задает вопросы, касающиеся истории жизни и деятельности Ньютона. Верный ответ приносит балл в «копилку» команды и в личную «копилку» отвечавшего.

Вопросы конкурса «Колесо истории»

1. Назовите дату рождения Исаака Ньютона. (*25 декабря 1642 г. по старому стилю, 4 января 1643 г. по новому стилю.*)

2. В каком университете (и колледже) учился Ньютон с 1661 г.? (*Кембриджский университет, колледж святой Троицы (Тринити-колледж).*)

3. Студенты колледжа по происхождению и имущественному положению делились на группы. Высшую группу составляли «коммонеры», платившие наиболее высокую плату и получавшие право обедать вместе с членами колледжа. Основную массу студентов составляли «пенсионеры», платившие полную плату, но не имевшие особых привилегий; за ними следовали «сайзеры», платившие меньше «пенсионеров» и, обязанные за это прислуживать членам колледжа, и, наконец, «субсайзеры», освобожденные от платы, но зато, обязанные обслуживать бакалавров, магистров и более обеспеченных студентов.

К какой группе принадлежал Ньютон? (*Ньютон был принят в Тринити-колледж субсайзером, и его самолюбие очень страдало от унизительного положения слуги, в которое он был поставлен вследствие скромного имущественного положения своей семьи.*)

4. Сколько лет было Ньютону, когда он стал профессором Кембриджского университета? (*27 лет. С тех пор Кембридж стал славиться не богословием, а физикой и математикой, получение же кафедры, на которой работал Ньютон, стало делом чести для английских ученых.*)

5. В какой области физики работал Ньютон в первые годы профессорской деятельности? (*Оптика. Он усовершенствовал модель нового типа темсиона-рефлектора, открыл явление дисперсии.*)

6. В 1696 г. министр финансов Англии Монтегю вспомнил о своем великом друге Ньютоне и решил привлечь его к делу оздоровления финансов стран. Какое предложение получил от него Ньютон? (*15 марта 1696 г. он получил официальное извещение от Монтегю о назначении его, Ньютона, хранителем Монетного двора. Кембриджский период жизни Ньютона закончился, начался последний, лондонский период – период общественного признания заслуг Ньютона и его прижизненной славы.*)

7. В какой работе Ньютона изложены его знаменитые законы? (*1687 г. «Математические начала натуральной философии». Эта книга оказала огромное влияние на развитие науки и научного мышления. В ней Ньютон дает образец научного подхода к явлениям природы и техники, вооружает науку точным методом, определяет развитие физики на целых два столетия вперед.*)

8. От единичного факта – падения яблока – Ньютон приходит к грандиозному обобщению. Какому? (*В 1667 г. Ньютон формулирует закон всемирного тяготения, лежащий в основе небесной механики.*)

9. Достиг ли Ньютон вершин славы и признания при жизни? (*В 1705 г. королева Анна возвела его в рыцарское достоинство. В Королевском обществе он пользовался непререкаемым авторитетом, был богат и окружен вниманием своей племянницы.*)

10. Где похоронен Ньютон? (*Ньютон скончался в ночь с 20 на 21 марта 1727 г. Его похоронили с большими почестями в Вестминстерском аббатстве, английском национальном пантеоне. Надпись на памятнике над его могилой заканчивается словами: «Пусть смертные радуются, что существовало такое украшение человеческого рода». На статуе Ньютона в Кембридже высечен стих из Лукреция: «Разумом он превосходит род человеческий.*)

III. Конкурс «Головоломки»

В этом конкурсе участвуют по два лучших игрока от каждой команды, которые получают задание и приступают к их выполнению. Через несколько минут они должны будут предоставить решение головоломок. Лучший приносит победу команде, а докладчик получает балл в личную «копилку».

Головоломка для первой команды

См. рисунок 34.

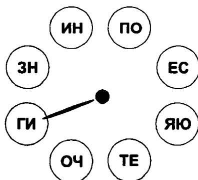


Рис. 34

Подсказка: Прочитайте изречение И. Ньюто-

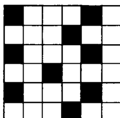
на, двигаясь по часовой стрелке, пропуская определенное количество кружков.

(*Ответ*: «Гипотез не сочиняю».)

Головоломка для второй команды

См. рисунок 35.

Подсказка: Вырежьте затемненные клеточки в первом квадрате, наложите его на второй. Поворачивая его четыре раза, прочитаете слова Рене Декарта.



Д	О	И	С	А	Т
А	Ж	Т	Й	Е	Е
Т	Р	Р	Н	Е	И
О	И	М	Ю	Ю	Е
Н	М	И	И	Е	Р
И	Я	Д	М	В	П

Рис. 35

(*Ответ*: «Дайте мне материю и движение, и я построю мир».)

IV. Игра «Интересные вопросы»

Команды задают друг другу интересные вопросы, подготовленные заранее. Дается время на обсуждение (1–2 минуты). За правильный ответ команде дается 1 балл, баллы в личном зачете присуждает капитан команды.

Возможные вопросы

1. Если действие, как гласит закон, всегда равно и противоположно противодействию, то сила, с которой лошадь тянет телегу вперед, равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой телега «тянет» лошадь назад. Но телега движется вперед, а лошадь назад не движется. Почему и телега, и лошадь движутся вперед?

(*Сила, действующая на телегу, и сила, действующая на лошадь, в каждый момент времени равны; но так как телега свободно перемещается на колесах, а лошадь упирается в землю, то понятно, почему телега катится в сторону лошади.*)

2. Яблоко падает на землю оттого, что его притягивает земной шар; но точно с такой же силой и яблоко притягивает к себе всю нашу планету. Отчего мы говорим, что яблоко падает на землю, вместо того чтобы сказать: «Яблоко и земля падают друг на друга»?

(*Яблоко и земля действительно падают друг на друга, но скорость этого падения различна для яблока и для земли. Равные силы взаимного притяжения сообщают яблоку ускорение 10 м/с^2, а земному шару – во столько же раз меньше, во сколько раз масса земли превышает массу яблока. Конечно, масса земного шара в неимоверное число раз больше массы яблока, и поэтому Земля получает перемещение настолько ничтожное, что практически его можно считать равным нулю.*)

3. История о том, как «Лебедь, Рак да Щука везти с поклажей воз взялись», известна всем. Но если рассматривать эту басню с точки зрения механики, результат получается вовсе не похожий на вывод баснописца Крылова. Каким он будет?

… Лебедь рвется в облака,
Рак пятится назад,
А щука тянет в воду.

(*Басня утверждает, что «воз и ныне там», другими словами, что равнодействующая всех приложенных к возу сил равна нулю. Лебедь, рвущийся в облака, не мешает работе рака и щуки, даже помогает им: тяга лебедя, направленная против силы тяжести, уменьшает трение колес о землю и об*

оси, облегчая тем вес воза. Они направлены под углом друг к другу, следовательно, их равнодействующая не может равняться нулю.)

V. Блиц-турнир

Каждой команде задается по пять вопросов, на обсуждение каждого вопроса дается 10 с. Кто быстрее и правильнее отвечает на вопрос, тот и победил. За победу присуждается балл. Участник правильно и быстро ответивший на вопрос получает балл в свою личную «копилку».

Вопросы для первой команды

- Как движется тело, если на него не действуют другие тела?
- Тело движется прямолинейно и равномерно. Меняется ли при этом его скорость?
- Как читается первый закон Ньютона (в современной формулировке)?
- Инерциальна ли система отсчета, движущаяся с ускорением относительно какой-либо инерциальной системы?
- Что является причиной ускоренного движения тел?

Вопросы для второй команды

- Как читается второй закон Ньютона?
- Как читается третий закон Ньютона?
- Какие системы отсчета называются инерциальными?
- Какие системы отсчета называются неинерциальными?
- Выразите единицу силы через единицы массы и ускорения.

VI. Подведение итогов. Награждение победителей

VII. Заключительное слово учителя

Биографы Ньютона рассказывают, что первое время в школе он учился очень посредственно. И вот однажды его обидел лучший ученик в классе. Ньютон решил, что самая страшная месть для обидчика – отнять у него место первого ученика. Дремавшие в Ньютоне способности проснулись, и он с легкостью затмил своего соперника.

Разбуженного джина познания нельзя снова спрятать в темную заплесневелую бутылку. С того счастливого для мировой науки эпизода начался процесс превращения скромного английского школьника в великого ученого.

Урок 14

Свободное падение тел и движение тела, брошенного вверх

Цели урока:

Дать понять, что движение падающего тела является равноускоренным движением. Получить основные формулы для такого движения.

Ход урока

I. Новый материал

Одним из наиболее распространенных видов движения с постоянным ускорением – свободное падение тел.

При падении тела на Землю из состояния покоя его скорость увеличивается. Земля сообщает телам ускорение, которое направлено вниз вертикально.

Долгое время считалось, что Земля сообщает разным телам различное ускорение. И опыт вроде бы говорит о том же. (Сравните падение листа бумаги, скомканного листа бумаги, птичьего пера и камня.) Камень падает быстрее. Так считал Аристотель: чем тяжелее тело, тем быстрее оно падает.

И только Галилею впервые удалось опытным путем доказать, что это не так. Важно учитывать сопротивление воздуха, именно оно искажает картину. Галилей установил, что свободное падение является равноускоренным движением. Он догадался, что можно как бы «замедлить» свободное падение, изучая движение шаров по наклонному желобу. При этом он получил формулу $S = \frac{at^2}{2}$.

Галилей обнаружил, что шары одинакового диаметра, но изготовленные из разного материала движутся по желобу с одинаковым ускорением $a = \frac{2S}{t^2}$.

Данный факт учитель может продемонстрировать на опыте.

Итак, ускорение свободно падающих тел не зависит от их массы. Для проверки этой гипотезы Галилей по преданию наблюдал падение со знаменитой Пизанской башни различных тел: пушечного ядра и мушкетной пули. Все тела достигали поверхности практически одновременно.

Впоследствии были созданы вакуумные насосы, которые позволили осуществить в откачанных трубках действительно свободное падение тел.

Эксперимент 1

Трубка Ньютона: В стеклянной трубке помещается дробинка, кусочек пробки, пушинка и т.д. Если перевернуть трубку, то быстрее всего упадет дробинка, медленнее – пушинка. Если же выкачать из трубки воздух, то пушинка будет падать, не отставая от дробинки.

– Почему во втором случае все тела падают одновременно? (*Движение пушинки задерживалось сопротивлением воздуха, которое в меньшей степени сказывалось на движении дробинки.*)

На поверхности Земли ускорение свободного падения (g) меняется в пределах от 9,78 м/с^2 на экваторе до 9,83 м/с^2 на полюсе. При решении многих задач можно принимать g вблизи поверхности Земли равным 9,8 м/с^2 или даже более грубо 10 м/с^2.

При падении тел в воздухе на их движение влияет сопротивление воздуха. Поэтому ускорение тел в этом случае уже не равно g. При больших скоростях сопротивление воздуха существенно и его влиянием нельзя пренебречь.

Движение тела по вертикали вниз

Запишем уравнения для скорости и перемещения при равноускоренном движении с учетом, что $\vec{a} = \vec{g}$:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t, \qquad \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}.$$

При $v_0 = 0$ скорость тела в свободном падении в произвольный момент времени t равна $v = gt$.

Путь при $v_0 = 0$ равен $h = \frac{gt^2}{2}$.

В этом случае скорость тела в свободном падении после прохождения пути h равна $v = \sqrt{2gh}$, а продолжительность падения $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Движение тела, брошенного вертикально вверх

Т.к. в верхней точке скорость $v = 0$, то начальная скорость брошенного тела $v_0 = gt$. Следовательно, время подъема: $t = \frac{v_0}{g}$. А скорость тела в момент времени t: $v = v_0 - gt$

Максимальная высота подъема тела $h = \frac{v_0^2}{2g}$.

II. Упражнения и вопросы для повторения

- Что называется свободным падением тел? При каких условиях падение тел можно считать свободным?
- Каким видом движения является свободное падение тел?
- Зависит ли ускорение свободного падения тел от массы?
- Как изменится ускорение падающего тела, если толкнем тело вниз, сообщив ему начальную скорость?
- Напишите формулы, описывающие свободное падение тел.
- С каким ускорением движется тело, брошенное вверх? Чему равно и как направлено это ускорение?
- Чем объясняется то, что все тела, независимо от их массы, движутся как при падении, так и при движении тела, брошенного вертикально вверх, с одинаковым ускорением?
- Учитывается ли сопротивление воздуха в полученных выше формулах, описывающих свободное падение и движение тела, брошенного вертикально вверх?
- Напишите формулы, описывающие движение тела, брошенного вертикально вверх.

Вопросы могут быть использованы на следующем уроке в качестве повторения.

III. Решение задач

Задача 1

Тело падает с высоты 57,5 м ($v_0 = 0$). Сколько времени падает тело и какова его скорость при ударе о землю?

(*Ответ*: $t = 3,4$ с, $v = 34$ м/с.)

Задача 2

Стрела выпущена из лука вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с. На какую максимальную высоту поднимется стрела?

(*Ответ*: $h = 45$ м.)

Задача 3

Тело свободно падает с высоты 20 м над землей. Какова скорость тела в момент удара о землю? На какой высоте его скорость вдвое меньше?

(*Ответ*: $v = 20$ м/с, $h = 15$ м.)

Домашнее задание

1. Выучить §13, 14;
2. Выполнить упражнения 13, 14;
3. Ответить на вопрос микротеста:

Мяч брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. На какое расстояние от поверхности земли он удалится за 2 с?

а) на 60 м; б) на 40 м;
в) на 20 м; г) на 10 м.

Урок 15
Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения на Земле и других планетах

Цель урока:

Изучить закон всемирного тяготения, показать его практическую значимость.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Что называется свободным падением тел?
– Что такое ускорение свободного падения?
– Почему в воздухе кусочек ваты падает с меньшим ускорением, чем железный шарик?
– Кто первым пришел к выводу о том, что свободное падение является равноускоренным движением?
– Действует ли сила тяжести на подброшенное вверх тело во время его подъема.
– С каким ускорением движется подброшенное вверх тело при отсутствии сопротивления воздуха. Как меняется при этом скорость движения тела?
– От чего зависит наибольшая высота подъема брошенного вверх тела в том случае, когда сопротивлением воздуха можно пренебречь?

II. Самостоятельная работа

I вариант

1. В трубке, из которой откачан воздух, на одной и той же высоте находятся дробинка, пробка и птичье перо. Какое из тел быстрее достигнет дна трубки?

а) дробинка;
б) пробка;
в) птичье перо;
г) *все тела достигнут дна одновременно.*

2. Чему равна скорость свободно падающего тела через 4 секунды? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) 20 м/с; б) *40 м/с*;
в) 80 м/с; г) 160 м/с.

3. Какой путь пройдет свободно падающее тело за 3 секунды? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) 15 м; б) 30 м;
в) *45 м*; г) 90 м.

4. Какой путь пройдет свободно падающее тело за пятую секунду? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) *45 м*; б) 125 м;
в) 50 м; г) 250 м.

5. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Чему равна максимальная высота подъема? ($g = 10$ м/с^2)

а) 22,5 м; б) *45 м*;
в) 30 м; г) 180 м.

II вариант

1. В трубке с воздухом при атмосферном давлении на одной и той же высоте находятся дробинка, пробка и птичье перо. Какое из этих тел быстрее достигнет дна трубки при падении?

а) *дробинка*;
б) пробка;
в) птичье перо;
г) все тела достигнут дна одновременно.

2. Чему равна скорость свободно падающего тела через 3 секунды? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) 15 м/с; б) *30 м/с*;
в) 45 м/с; г) 90 м/с.

3. Какой путь пройдет свободно падающее тело за 4 секунды? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) 20 м; б) 40 м;
в) *80 м*; г) 160 м.

4. Какой путь пройдет свободно падающее тело за седьмую секунду? ($v_0 = 0$ м/с, $g = 10$ м/с^2)

а) *65 м*; б) 70 м;
в) 245 м; г) 490 м.

5. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Чему равна максимальная высота подъема? ($g = 10$ м/с^2)

а) 10 м; б) *20 м*;
в) 40 м; г) 8 м.

II. Новый материал

Датский астроном Тихо Браге, многие годы наблюдая за движением планет, накопил многочисленные данные, но не сумел их обработать. Это сделал его ученик Иоганн Кеплер. Используя идею Коперника о гелиоцентрической системе и результаты наблюдений Тихо Браге, Кеплер установил законы движения планет вокруг Солнца. Но Кеплер не сумел объяснить динамику движения. Почему планеты обращаются вокруг Солнца именно по таким законам? На этот вопрос сумел ответить Исаак Ньютон, используя законы движения, установленные Кеплером, и общие законы динамики.

Ньютон предположил, что ряд явлений, казалось бы, не имеющих ничего общего (падение тел на Землю, обращение планет вокруг Солнца, движение Луны вокруг Земли, приливы и отливы и т.д.), вызваны одной причиной. Проведя многочисленные расчеты, Ньютон пришел к выводу, что небесные тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Покажем, как Ньютон пришел к такому заключению.

Из второго закона динамики следует, что ускорение, которое получает тело под действием силы, обратно пропорционально массе тела. Но ускорение свободного падения не зависит от массы тела. Это возможно только в том случае, если сила, с которой Земля притягивает тело, изменяется пропорционально массе тела.

По третьему закону силы, с которыми взаимодействуют тела, равны. Если сила, действующая на одно тело, пропорциональна массе этого тела, то равная ей сила, действующая на второе тело, очевидно, пропорциональна массе второго тела. Но силы, действующие на оба тела, равны, следовательно, они пропорциональны массе и первого и второго тела.

Ньютон рассчитал отношение радиуса орбиты Луны к радиусу Земли. Отношение равнялось 60. А отношение ускорения свободного падения на Земле к центростремительному ускорению, с которым обращается вокруг Земли Луна, равнялось 3600. Следовательно, ускорение обратно пропорционально квадрату расстояния между телами.

Но по второму закону Ньютона сила и ускорение связаны прямой зависимостью, следовательно, сила обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами.

Исаак Ньютон открыл этот закон в возрасте 23 лет, но 9 лет не публиковал, так как неверные данные о расстоянии между Землей и Луной не подтверждали его идею. И только когда было уточнено это расстояние, Ньютон в 1667 г. опубликовал закон всемирного тяготения.

Сила гравитационного взаимодействия двух тел (материальных точек) с массами m_1 и m_2 равна:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где G – гравитационная постоянная, r – расстояние между телами.

Гравитационная постоянная численно равна модулю силы тяготения, действующей на тело массой 1 кг со стороны другого тела такой же массы при расстоянии между телами равном 1 м.

Впервые гравитационная постоянная была измерена английским физиком Г. Кавендишем в 1788 г. с помощью прибора, называемого крутильными весами. Г. Кавендиш закрепил два маленьких свинцовых шара (диаметром 5 см и массой 775 г каждый) на противоположных концах двухметрового стержня. Стержень был подвешен на тонкой проволоке. Два больших свинцовых шара (20 см диаметром и массой 45,5 кг) близко подводились к маленьким. Силы притяжения со стороны больших шаров заставляли маленькие перемещаться, при этом проволока закручивалась. Степень закручивания была мерой силы, действующей между шарами. Эксперимент показал, что гравитационная потоянная $G = 6{,}66 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг².

Пределы применимости закона

Закон всемирного тяготения применим только для материальных точек, т.е. для тел, размеры которых значительно меньше, чем расстояния между ними; тел, имеющих форму шара; для шара большого радиуса, взаимодействующего с телами, размеры которых значительно меньше размеров шара.

Но закон неприменим, например, для взаимодействия бесконечного стержня и шара. В этом случае сила тяготения обратно пропорциональна только расстоянию, а не квадрату расстояния. А сила притяжения между телом и бесконечной плоскостью вообще от расстояния не зависит.

Сила тяжести

Частным случаем гравитационных сил является сила притяжения тел к Земле. Эту силу называют силой тяжести. В этом случае закон всемирного тяготения имеет вид:

$$F_{\text{т}} = G\frac{mM}{(R+h)^2},$$

где m – масса тела [кг],
M – масса Земли [кг],
R – радиус Земли [м],
h – высота над поверхностью [м].

Но сила тяжести $F_{\text{т}} = mg$, отсюда $mg = G\frac{mM}{(R+h)^2}$, а ускорение свободного падения $g = \frac{G \cdot M}{(R+h)^2}$.

На поверхности Земли ($h = 0$) $g = \frac{G \cdot M}{R^2} \approx 9{,}8\,\text{м/с}^2$.

Ускорение свободного падения зависит

- от высоты над поверхностью Земли;
- от широты местности (Земля – неинерциальная система отсчета);
- от плотности пород земной коры;
- от формы Земли (приплюснута у полюсов).

В приведенной выше формуле для g последние три зависимости не учитываются. При этом еще раз подчеркнем, что ускорение свободного падения не зависит от массы тела.

Применение закона при открытии новых планет

Когда была открыта планета Уран, на основе закона всемирного тяготения рассчитали ее орбиту. Но истинная орбита планеты не совпала с расчетной. Предположили, что возмущение орбиты вызвало наличием еще одной планеты, находящейся за Ураном, которая своей силой тяготения изменяет его орбиту. Чтобы найти новую планету, необходимо было решить систему из 12 дифференциальных уравнений с 10 неизвестными. Эту задачу выполнил английский студент Адамс; решение он отправил в Английскую академию наук. Но там на его работу не обратили внимания. А французский математик Леверье, решив задачу, послал результат итальянскому астроному Галле. И тот, в

первый же вечер наведя свою трубу в указанную точку, обнаружил новую планету. Ей дали название Нептун. Подобным же образом в 30-е годы двадцатого века была открыта и 9-я планета Солнечной системы – Плутон.

На вопрос о том, какова природа сил тяготения, Ньютон отвечал: «Не знаю, а гипотез измышлять не желаю».

III. Упражнения и вопросы для повторения

- Как формулируется закон всемирного тяготения?
- Какой вид имеет формула закона всемирного тяготения для материальных точек?
- Что называют гравитационной постоянной? Какой ее физический смысл? Каково значение в СИ?
- Что называется гравитационным полем?
- Зависит ли сила тяготения от свойств среды, в которой находятся тела?
- Зависит ли ускорение свободного падения тела от его массы?
- Одинакова ли сила тяжести в различных точках земного шара?
- Объясните влияние вращения Земли вокруг оси на ускорение свободного падения.
- Как изменяется ускорение свободного падения при удалении от поверхности Земли?
- Почему Луна не падает на Землю? (*Луна обращается вокруг Земли, удерживаемая силой притяжения. Луна не падает на Землю, потому что, имея начальную скорость, движется по инерции. Если прекратится действие силы притяжения Луны к Земле, Луна по прямой линии умчится в бездну космического пространства. Прекратись движение по инерции – и Луна упала бы на Землю. Падение продолжалось бы четверо суток девятнадцать часов пятьдесят четыре минуты семь секунд. Так рассчитал Ньютон.*)

IV. Решение задач

Задача 1

На каком расстоянии сила притяжения двух шариков массами по 1 г равна $6{,}7 \cdot 10^{-17}$ Н?

(*Ответ*: $R \approx 1$ м.)

Задача 2

На какую высоту от поверхности Земли поднялся космический корабль, если приборы отметили уменьшение ускорения свободного падения до 4,9 м/с^2?

(*Ответ*: $h = 2600$ км.)

Задача 3

Сила тяготения между двумя шарами 0,0001 Н. Какова масса одного из шаров, если расстояние между их центрами 1 м, а масса другого шара 100 кг? (*Ответ*: примерно 15 тонн.)

Домашнее задание

1. Выучить §15, 16;
2. Выполнить упражнение 16 (1, 2);
3. Для желающих: §17.
4. Ответить на вопрос микротеста:

Космическая ракета удаляется от Земли. Как изменится сила тяготения,

действующая со стороны Земли на ракету, при увеличении расстояния до центра Земли в 3 раза?

а) увеличится в 3 раза; б) уменьшится в 3 раза;
в) уменьшится в 9 раз; г) не изменится.

Урок 16
Прямолинейное и криволинейное движение. Движение тела по окружности

Цели урока:

Рассмотреть особенности криволинейного движения и, в частности, движения по окружности. Ввести понятия центростремительного ускорения и периода обращения.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Устный опрос:

- Что было названо всемирным тяготением?
- Как иначе называются силы всемирного тяготения?
- Кто открыл закон всемирного тяготения?
- Как читается закон всемирного тяготения?
- Запишите формулу, выражающую закон всемирного тяготения. В каких случаях можно применять эту формулу?
- Притягивается ли Земля к висящему на ветке яблоку?
- Верно ли, что притяжение тел к Земле является одним из примеров всемирного тяготения?
- Как меняется сила тяжести, действующая на тело, при его удалении от поверхности Земли?
- В каком случае сила тяжести, действующая на одно и то же тело, будет больше: если это тело находится в экваториальной области Земли или на одном из полюсов? Почему?
- Что вы знаете об ускорении свободного падения на Луне? Сравните $g_з$ и $g_л$.

Письменная проверочная работа

1. Какая из приведенных ниже формул выражает закон всемирного тяготения?

а) $F = ma$; б) $F = \mu N$;

в) $F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$; г) $F_x = -kx$;

д) среди ответов правильного ответа нет.

2. Космический корабль удаляется от Земли. Как изменится сила тяготения, действующая со стороны Земли на ракету, при увеличении расстояния до центра Земли в 2 раза?

а) не изменится; б) уменьшится в 2 раза;
в) увеличится в 2 раза; г) *уменьшится в 4 раза*;
д) увеличится в 4 раза.

3. Вокруг планеты массой M движется спутник массой m. Какое утверждение о силе гравитационного притяжения, действующего со стороны планеты на спутник, правильно?

а) прямо пропорциональна массе M и не зависит от массы m;
б) прямо пропорциональна массе m и не зависит от M;
в) *прямо пропорциональна произведению масс* $m \cdot M$;
г) прямо пропорциональна частному масс;
д) не зависит ни от M, ни от m.

4. При свободном падении с крыши дома целого кирпича он долетает до Земли за 2 с. Сколько времени будет длиться падение с той же крыши половинки кирпича?

а) *2 с*; б) 4 с;
в) $2\sqrt{2}$ с; г) 1 с.

5. Масса Луны примерно в 81 раз меньше массы Земли. Чему равно отношение силы всемирного тяготения F_1, действующей со стороны Земли на Луну, и силе F_2, действующей со стороны Луны на Землю?

а) 1/81; б) *1/9*;
в) 1; г) 9;
д) 81.

II. Новый материал

В природе и в технике очень часто встречаются движения, траектории, которых представляют собой не прямые, а кривые линии. Это криволинейное движение. По криволинейным траекториям движутся в космическом пространстве планеты и искусственные спутники Земли, а на Земле – всевозможные средства транспорта, части машин и механизмов, воды рек, воздух атмосферы и т.д.

Если прижать к вращающемуся точильному камню конец стального прутика, то раскаленные частицы, отрывающиеся от камня, будут видны в виде искр. Эти частицы летят с той скоростью, которой они обладали в момент отрыва от камня. Хорошо видно, что направление движения искр совпадает с касательной к окружности в той точке, где пруток касается камня (рис. 36). По касательной движутся брызги от колес буксующего автомобиля.

Таким образом, мгновенная скорость тела в разных точках криволинейной траектории имеет различное направление. По модулю же скорость может быть всюду одинакова или изменяться от точки к точке.

Но даже, если модуль скорости не изменяется, ее нельзя считать постоянной. Скорость – векторная величина. Для векторной величины модуль и направление одинаково важны. Криволинейное движение – это всегда движение с ускорением, даже если по модулю скорость постоянная.

Итак, пусть у нас есть некоторая сложная криволинейная траектория (рис. 37).

Из рисунка видно, что отдельные части криволинейной траектории представляют собой приблизительно дуги окружностей. Выходит, что движение по любой криволинейной траектории можно представить как движение по дугам некоторых окружностей. Поэтому задача поиска ускорения при равномерном криволинейном движении сводится к отысканию ускорения при равномерном движении тела по окружности.

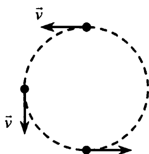


Рис. 36

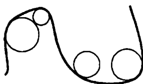


Рис. 37

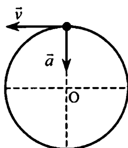


Рис. 38

Ускорение тела, равномерно движущегося по окружности, в любой точке центростремительное, т.е. направлено по радиусу окружности к ее центру. В любой точке вектор ускорения перпендикулярен вектору скорости (рис. 38).

Модуль центростремительного ускорения $a_ц = \frac{v^2}{R}$, где v – линейная скорость тела, а R – радиус окружности.

Движение по окружности часто характеризуют не скоростью движения, а промежутком времени, за который тело совершает один полный оборот. Это величина называется ***периодом обращения*** и обозначается буквой T. Найдем связь между периодом обращения T и модулем скорости при равномерном движении по окружности радиуса R. Т.к. $v = \frac{S}{t} = \frac{S}{T}$, а путь S равен длине окружности: $S = 2\pi R$, то $v = \frac{2\pi R}{T}$.

Движение тела по окружности можно охарактеризовать еще одной величиной – числом оборотов в единицу времени. Ее называют ***частотой*** обращения η:

$$\eta = \frac{1}{T}.$$

Единицей измерения частоты $[\eta] = с^{-1} =$ Гц.

III. Упражнения и вопросы для повторения

- Как направлена мгновенная скорость при криволинейном движении?
- Что называется линейной скоростью тела при его движении по окружности?
- Что называется периодом и частотой обращения.
- Как эти величины связаны между собой?
- Как направлено ускорение тела, движущегося по окружности с постоянной по модулю скоростью?
- Можно ли считать центростремительное ускорение постоянным, а равномерное движение по окружности равноускоренным?
- Если при движении тела по окружности модуль скорости изменяется, будет ли ускорение тела направлено к центру окружности?

IV. Решение задач

1. Точильный круг радиусом 10 см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удаленных от оси вращения.

(*Ответ*: 3,1 м/с.)

2. Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 100 м. Чему равно центростремительное ускорение автомобиля, если он движется со скоростью 54 км/ч?

(*Ответ*: a = 2,25 м/с^2.)

3. Какова скорость движения автомобиля, если его колеса радиусом 30 см делают 600 оборотов в минуту?

(*Ответ*: примерно 19 м/с.)

4. Период обращения первого космического корабля – спутника Земли «Восток» равнялось 90 минут. Средняя высота спутника над Землей была равна 320 км. Радиус Земли 6400 км. Вычислить скорость корабля.

(*Ответ*: v = 7,8 км/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §19, 18;
2. Упражнение 18 (1, 2, 5);
3*. Тело, двигаясь по окружности с постоянной по модулю скоростью, совершает половину оборота. Определите отношение модулей среднего и центростремительного ускорения. (*Ответ*: $a_{ср} / a_{ц} = 2 / \pi$.)

Урок 17
Искусственные спутники Земли

Цель урока:

Объяснить значение первой космической скорости, научить ее находить.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– С помощью какого опыта можно убедиться в том, что мгновенная скорость тела, движущегося по окружности, в любой точке этой окружности направлена по касательной к ней?
– Куда направлено ускорение тела при его движении по окружности с постоянной по модулю скоростью? Как называется это ускорение?
– По какой формуле можно вычислить модуль вектора центростремительного ускорения?

II. Письменная проверочная работа

Вариант I

1. Тело движется равномерно по окружности в направлении по часовой стрелке (рис. 39). Как направлен вектор ускорения при таком движении?

а) 1; б) 2;
в) 3; г) 4.

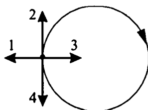


Рис. 39

2. Автомобиль движется на повороте по круговой траектории радиусом 50 м с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Каково ускорение автомобиля?

а) 1 м/с^2; б) *2 м/с^2*;
в) 5 м/с^2; г) 0 м/с^2.

3. Тело движется по окружности радиусом 10 м. Период его обращения равен 20 с. Чему равна скорость тела?

а) 2 м/с; б) *π м/с*;
в) 2π м/с; г) 4π м/с.

4. Тело движется по окружности радиусом 5 м со скоростью 20 м/с. Чему равна частота обращения?

а) *$2/\pi$ с$^{-1}$*; б) 2π с$^{-1}$;
в) $2\pi^2$ с$^{-1}$; г) 0,5 с$^{-1}$.

5. Две материальные точки движутся по окружности с радиусами $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$ с одинаковыми скоростями. Сравните их центростремильные ускорения.

а) $a_1 = a_2$; б) *$a_1 = 2a_2$*;
в) $a_1 = a_2/2$; г) $a_1 = 4a_2$.

6. Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью по траектории представленной на рисунке 40. В какой из указанных точек траектории центростремительное ускорение минимально?

а) 1;
б) *2*;
в) 3;
г) во всех точках одинаково.

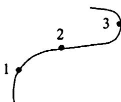


Рис. 40

Вариант II

1. Тело движется равномерно по окружности в направлении против часовой стрелки (рис. 41). Как направлен вектор ускорения при таком движении?

а) 1; б) 2;
в) *3*; г) 4.

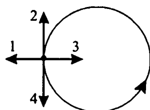


Рис. 41

2. Скорость крайних точек точильного круга радиусом 10 см равна 60 м/с. Чему равно их центростремительное ускорение?

а) 6 м/с^2; б) 360 м/с^2;
в) 3600 м/с^2; г) *36000 м/с^2*.

3. Тело движется по окружности радиусом 5 м. Период его обращения равен 10 с. Чему равна скорость тела?

а) 4π м/с; б) 2π м/с;
в) *π м/с*; г) 2 м/с.

4. Тело движется по окружности радиусом 3 м со скоростью 12 м/с. Чему равна частота обращения?

а) 0,5 с$^{-1}$; б) 2 с$^{-1}$;
в) *$2/\pi$ с$^{-1}$*; г) $2\pi^2$ с$^{-1}$.

5. Две материальные точки движутся по окружности с радиусами $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$ с одинаковыми периодами. Сравните их центростремильные ускорения.

а) $a_1 = a_2$; б) $a_1 = 2a_2$;
в) $a_1 = a_2 / 2$; г) $a_1 = a_2 / 4$.

6. Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью по траектории представленной на рисунке 42. В какой из указанных точек траектории центростремительное ускорение максимально?

а) 1;
б) 2;
в) 3;
г) во всех точках одинаково.

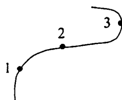


Рис. 42

II. Новый материал

Прежде чем приступить к изучению нового материала, ответьте на несколько вопросов:

– Какая планета называется «Голубой»? (*Земля.*)
– Когда был запущен первый искусственный спутник? (*4 октября 1957 г.*)
– Кто первый космонавт Земли? (*Ю.А. Гагарин, 12 апреля 1961 г.*)
– Кто первым ступил на Луну? (*Нил Армстронг, США.*)

Для того чтобы появились эти вопросы, нужно задать главный вопрос: Что нужно сделать, чтобы тело стало искусственным спутником Земли?

Если бросить тело с некоторой высоты, сообщив телу скорость v_0 в горизонтальном направлении, то тело упадет, двигаясь по траектории, вид которой парабола. Это в том случае, если поверхность Земли плоская, что допустимо при небольших скоростях тела и сравнительно небольших расстояниях.

В действительности же Земля – шар, и с продвижением тела по его траектории поверхность Земле несколько удаляется от него. Можно подобрать такое значение скорости тела v_0, при котором поверхность Земли (из-за ее кривизны) будет удаляться от тела как раз на столько, на сколько тело приблизится к Земли, благодаря притяжению к ней. В этом случае тело будет двигаться на постоянном расстоянии h от поверхности Земли, т.е. по окружности радиуса $(R_3 + h)$.

Вычислим, какой скоростью должен обладать искусственный спутник Земли, чтобы он двигался по круговой орбите на высоте h над поверхностью Земли. На больших высотах воздух сильно разряжен и оказывает незначительное сопротивление движущимся телам. Будем считать, что на спутник действует только гравитационная сила, направленная к центру Земли.

$$F = G\frac{Mm}{(R+h)^2},$$

где M – масса Земли, m – масса спутника.

Эта сила сообщает спутнику центростремительное ускорение $a_ц = \frac{v^2}{R+h}$.

Но по второму закону Ньютона: $a_ц = \frac{F}{m}$.

Отсюда: $\frac{v^2}{R+h} = G\frac{M}{(R+h)^2}$, т.е. $v = \sqrt{G\frac{M}{R+h}}$.

Из формулы видно, что: а) скорость спутника зависит от его высоты над поверхностью Земли; б) скорость не зависит от массы спутника.

Спутником может стать любое тело, если ему сообщить на данной высоте необходимую скорость, направленную перпендикулярно радиусу Земли.

Скорость, которую необходимо сообщить телу, чтобы оно стало спутником планеты, называется ***первой космической скоростью.***

У поверхности Земли при $h = 0$, тогда $v_1 = \sqrt{G\frac{M}{R}}$. Т.к. на поверхности Земли ускорение свободного падения $g = G\frac{M}{R^2}$, то $v_1 = \sqrt{gR} \approx 8\,\text{км/с}$.

Такую огромную скорость могут развить только мощные космические ракеты. В настоящее время вокруг Земли обращаются тысячи искусственных спутников. Руками человека за последние годы создавались и искусственные спутники Луны, планет Венера и Марс, а также Солнца.

III. Закрепление изученного

- Как должна быть направлена скорость тела в момент его выхода на круговую орбиту, чтобы оно стало искусственным спутником Земли?
- Что такое первая космическая скорость? Чему она равна для Земли?
- Можно ли считать движение искусственного спутника Земли равноускоренным?

IV. Решение задач

1. Вычислите период обращения спутника Земли на высоте 300 км. (*Ответ*: $T = 90$ мин.)

2. На какой высоте над поверхностью Земли должен быть запущен спутник, чтобы период его обращения по орбите был равен 24 ч? (*Ответ*: 36000 км.)

3. Вычислите первую космическую скорость для высоты над Землей, равной радиусу Земли. (*Ответ*: 5,59 км/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §20;

2. Выполнить задания из упражнения 19;

3*. Может ли сила гравитационного притяжения двух тел (не обязательно материальных точек) уменьшаться при их сближении?

Подсказка: рассмотрите систему, состоящую из тонкого кольца и небольшого шарика, котороый может двигаться только вдоль перпендикуляра, восстановленного из центра кольца. Чему равна сила взаимодействия, когда шарик находится в центре кольца? Чему равна эта сила, когда шарик находится на большом расстоянии от кольца?

Урок 18
Импульс. Закон сохранения импульса

Цели урока:

Дать понятие импульса тела; изучить закон сохранения импульса. Учиться решать задачи.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Приведите примеры (из области астрономии), доказывающие, что при отсутствии сил сопротивления тело может неограниченно долго двигаться по замкнутой траектории под действием силы, меняющей направление скорости движения этого тела.

– Почему спутники, обращаясь вокруг Земли под действием силы тяжести, не падают на Землю?

– Можно ли считать обращение спутника вокруг Земли свободным падением?

– Что надо сделать с физическим телом, чтобы оно стало искусственным спутником Земли?

– Выведите формулу для расчета первой космической скорости спутника, движущегося по круговой орбите вблизи поверхности Земли.

– Как движется спутник, обладающий первой космической скоростью? Второй космической скоростью?

– От чего зависит первая космическая скорость?

Решения домашних задач разбираются на доске.

II. Понятие импульса

В самом начале урока учитель демонстрирует несколько опытов упругого столкновения двух шаров разной массы. Можно продемонстрировать, как начинает двигаться изначально неподвижная тележка, если на нее бросить деревянный или металлический брусок.

– Как описать взаимодействие тел в данных опытах?

– Удобно ли использовать для этого законы Ньютона?

Найдем взаимосвязь между действующей на тело силой $\vec{F}$, временем ее действия t, и изменением скорости тела.

Пусть на тело массой m, которое покоится ($v_0 = 0$), начинает действовать сила $\vec{F}$. Тогда из второго закона Ньютона ускорение этого тела будет $\vec{a}$. Причем:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

С другой стороны:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}}{t}$$

или:

$$\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{v}.$$

Обозначим произведение $m\vec{v}$ через $\vec{p}$: $\vec{p} = m\vec{v}$.

Произведение массы тела на его скорость называется ***импульсом*** тела.

Понятие импульса первым ввел Декарт. Правда, величину $\vec{p} = m\vec{v}$ он назвал «количеством движения». Слово «импульс» в переводе с латинского означает «толчок».

Импульс $\vec{p}$ – векторная величина. Он всегда совпадает по направлению с вектором скорости тела. Любое тело, которое движется, обладает импульсом.

Как любая физическая величина, импульс измеряется в определенных единицах:

$$[p] = \frac{кг \cdot м}{с}.$$

Если тело массой 1 кг движется со скоростью 1 м/с, это значит, что его импульс равен 1 кг·м/с или 1 Н·с.

Получив формулу $\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{v}$, и введя понятие «импульс тела», ничего не было сказано о смысле левой части. В то же время, ученики часто спрашивают о смысле левой части равенства. Можно объяснить, что в физике произведение силы на время действия называют ***импульсом силы***. Импульс силы всегда показывает, как изменяется импульс тела за данное время.

Если же начальная скорость $v_0 \neq 0$, тогда с учетом, что $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$, получим:

$$\vec{F} \cdot t = m(\vec{v} - \vec{v}_0) = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0.$$

Этот закон зачастую называют II законом Ньютона в импульсной форме.

III. Закон сохранения импульса

При взаимодействии тел их импульсы могут изменяться.

Эксперимент 1

На нитях подвешиваются два шарика (см. рис. 43).

Правый отклоняют и отпускают. Вернувшись в прежнее положение и ударившись о неподвижный шарик, он останавливается. При этом левый шарик приходит в движение и отклоняется практически на тот же угол, что и отклоняли правый шар.

Импульс обладает интересным свойством, которое есть лишь у немногих физических величин. Это свойство сохранения. Но закон сохранения импульса выполняется только в замкнутой системе.

Система тел называется *замкнутой*, если взаимодействующие между собой тела, не взаимодействуют с другими телами.

Тогда для двух взаимодействующих тел: $\vec{p}_н = \vec{p}_к$, т.е.:

$$m_1\vec{v}_{1н} + m_2\vec{v}_{2н} = m_1\vec{v}_{1к} + m_2\vec{v}_{2к}.$$

Таким образом:

Геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых движениях и взаимодействиях тел системы.

Примеры: ружье и пуля в его стволе, пушка и снаряд, оболочка ракеты и топливо в ней и т.д.

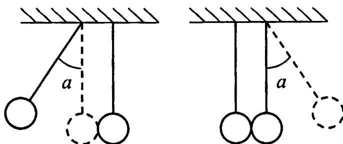


Рис. 43

IV. Закрепление изученного

- Что называется импульсом тела?
- Запишите формулу импульса тела.
- Запишите формулу импульса силы.
- Какова единица измерения импульса тела в СИ?
- Что такое замкнутая система тел?
- Какую систему тел называют незамкнутой?
- На примере взаимодействия двух тел в замкнутой системе покажите, как устанавливают закон сохранения импульса.

V. Решение задач

Задача 1

На неподвижную тележку массой 100 кг прыгает человек массой 50 кг со скоростью 6 м/с. С какой скоростью начнет двигаться тележка с человеком?

Дано:	**Решение:**
$m_1 = 100$ кг $m_2 = 50$ кг $v_{2н} = 6$ м/с $v_{1н} = 6$ м/с	По закону сохранения импульса в замкнутой системе «человек–тележка» имеем: $\vec{p}_н = \vec{p}_к$, или $m_1\vec{v}_{1н} + m_2\vec{v}_{2н} = m_1\vec{v}_{1к} + m_2\vec{v}_{2к}$. Т.к. $v_{1н} = 0$ (тележка покоится), а $v_{1к} = v_{1к}$ (человек движется вместе с тележкой), то получим: $m_2\vec{v}_{2н} = (m_1 + m_2)\cdot\vec{v}_{1к}$.
$v_{1к} = v_{2к} = ?$	Очевидно, что направления скоростей $\vec{v}_{2н}$ и $\vec{v}_{1к}$ совпадают.

Тогда для модулей имеем: $m_2v_{2н} = (m_1 + m_2)v_{1к}$.

Откуда конечная скорость $v_{1к} = \dfrac{m_2v_{2н}}{m_1 + m_2} = \dfrac{50\,кг \cdot 6\,м/с}{150\,кг} = 2\,м/с$.

Ответ: $v_1 = 2$ м/с

Задача 2

Орудие, не имеющее противооткатного устройства, стреляет снарядом под углом $\alpha = 60°$ к горизонту. Масса снаряда $m_1 = 10$ кг, его начальная скорость $v_1 = 500$ м/с. Какова скорость отката орудия, если его масса $m_2 = 500$ кг? (*Ответ*: 5 м/с.)

Задача 3

Найти импульса грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/с, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с. (*Ответ*: $p_1 = 10^5$ кг·м/с, $p_2 = 25 \cdot 10^3$ кг·м/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §21, 22;
2. Выполнить упражнения 20, 21 (2);
3. Решить задачу: Тело массой $m = 100$ г брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 20$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, изобразите графически, как изменяется модуль импульса тела во время полета.

Урок 19

Решение задач по теме «Импульс. Закон сохранения импульса»

Цели урока:

Научить учащихся применять теоретические знания при решении задач.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Что называется импульсом тела?
– Что можно сказать о направлениях векторов импульса и скорости движущегося тела.
– Что принимают за единицу импульса?
– Что означает утверждение о том, что несколько тел образуют замкнутую систему?
– Сформулируйте закон сохранения импульса.
– Для замкнутой системы, состоящей из двух тел, запишите закон сохранения импульса. Поясните, что означает каждый символ в этом уравнении.

II. Решение задач

Задача 1

Движение материальной точки описывается уравнением: $x = 5 \cdot 8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса.

(*Ответ*: p_1 = 16 кг·м/с, p_2 = 48 кг·м/с, F = 16 Н.)

Задача 2

Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Найти скорость вагона, если он двигается со скоростью 36 км/ч навстречу снаряду. (*Ответ*: v_X = –5 м/с.)

Знак «–» в ответе показывает, что вагон движется в направлении, противоположном оси OX, то есть направление движения вагона изменилось.

Задача 3

Тело массой 0,2 кг падает с высоты 1 м с ускорением 8 м/с². Найти изменение импульса тела за время полета. (*Ответ*: 0,8.)

Задача 4

Снаряд массой 40 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 600 м/с, разрывается на две части с массами 30 кг и 10 кг. Большая часть стала двигаться в прежнем направлении со скоростью 900 м/с. Определить величину и направление скорости меньшей части снаряда. (*Ответ*: v_2 = 300 м/с.)

Задача 5

Тележка с песком катится со скоростью v_1 = 1 м/с по горизонтальной поверхности без трения. Навстречу тележке летит шар массой m = 3 кг со скоростью v_2 = 8 м/с, направленной под углом α = 60° к горизонту. После встречи с тележкой шар застревает в песке. С какой скоростью и в какую сторону покатится тележка после встречи с шаром? Масса тележки с песком M = 10 кг. (*Ответ*: v_X = –0,15 м/с, тележка с песком поедет в обратном направлении.)

Задача 6

В результате взрыва камень разлетелся на три части. Два куска летят под прямым углом друг к другу: кусок массой m_1 = 1 кг со скоростью v_1 = 12 м/с, кусок массой m_2 = 2 кг со скоростью v_2 = 8 м/с. Третий кусок отлетает со скоростью v_3 = 40 м/с. Какова его масса и в каком направлении он летит? (*Ответ*: угол примерно равен 53°, m_3 = 0,5 кг.)

Домашнее задание

1. Задачи № 30, 31, 32 (учебник, стр. 245);
2. Желающие готовят к следующему уроку доклады по темам:
   - Королев С. П.
   - Терешкова В. А.
   - Гагарин Ю. А.
   - Циолковский К. Э.
   - Первый человек на Луне.

Урок 20
Реактивное движение

Цели урока:

Познакомиться с особенностями и характеристиками реактивного движения, историей его развития.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

Поскольку тема реактивного движения основана на глубоком понимании закона сохранения импульса, то в начале урока следует повторить весь материал, изученный по данной теме. Можно провести краткий опрос:

- Всегда ли удобно пользоваться законами Ньютона для описания взаимодействия тел?
- Что такое импульс?
- Куда направлен вектор импульса?
- Сформулируйте закон сохранения импульса.
- Кто открыл закон сохранения импульса?
- Как проявляется закон сохранения импульса при столкновении тел?

Решения домашних задач выписываются на доске и разбираются.

II. Новый материал

Начало изложения нового материала предполагает определение реактивного движения как одного из видов механического движения.

Движение, которое возникает как результат отделения от тела какой-либо части, либо как результат присоединения к телу другой части, называется ***реактивным*** движением.

На данном принципе работают реактивные самолеты и ракеты. Сила тяги обеспечивается реактивной тягой струи раскаленных газов.

Каракатицы, осьминоги при движении в воде также используют реактивный принцип перемещения. Набирая в себя воду, они, выталкивая ее, приобретают скорость, направленную в сторону, противоположную направлению выброса воды.

Простейшим примером реактивного движения является подъем воздушного шарика при выходе воздуха из него (учитель демонстрирует движение шарика).

В опыте с Г-образной трубкой учащиеся наблюдают, как трубка отклоняется в сторону, противоположную направлению струи.

После демонстрации опытов учитель задает вопросы:

– За счет чего возникает такое движение?

– Почему отклоняется трубка? Почему взлетает воздушный шарик?

– Почему движется ракета?

Согласно третьему закону Ньютона:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2,$$

где $\vec{F}_1$ – сила, с которой ракета действует на раскаленные газы, а $\vec{F}_2$ – сила, с которой газы отталкивают от себя ракету.

Модули этих сил равны: $F_1 = F_2$.

Именно сила $\vec{F}_2$ и является реактивной силой. Рассчитаем скорость, которую может приобрести ракета.

Если импульс выброшенных газов равен $m_г v_г$, а импульс ракеты $m_р v_р$, то из закона сохранения импульса получаем:

$$m_р v_р = m_г v_г,$$

откуда скорость ракеты:

$$v_р = \frac{m_г v_г}{m_р}.$$

Таким образом, скорость ракеты тем больше, чем больше скорость истечения газов $v_г$, и чем больше отношение $\frac{m_г}{m_р}$.

Ясно, что выведенная формула справедлива только для случая мгновенного сгорания топлива. Такого быть не может, так как мгновенное сгорание – это взрыв. На практике масса топлива уменьшается постепенно, поэтому для точного расчета используют более сложные формулы.

В заключение следует сказать, что современные технологии производства ракетоносителей не могут позволить превысить скорости в 8–12 км/с. Для третьей космической скорости (16,4 км/с) необходимо, чтобы масса топлива превосходила массу оболочки носителя почти в 55 раз, что на практике реализовать невозможно. Следовательно, нужно искать другие способы построения ракетоносителей. Возможно, и другие виды силовых двигателей.

Следует обратить внимание учеников на роль К. Э. Циолковского в развитии взглядов на теорию ракетостроения и освоения космического пространства.

III. Доклады

Заранее подготовленные ученики делают сообщения о жизни и научной деятельности С. П. Королева, К. Э. Циолковского, о Ю. А. Гагарине и В. А. Терешковой. Остальные учащиеся, по возможности, дополняют выступления.

IV. Вопросы для повторения

– Какое движение называют реактивным?

– Верно ли утверждение: для осуществления реактивного движения не требуется взаимодействия с окружающей средой?

– На каком законе основано реактивное движение?

– От чего зависит скорость ракеты?

– Когда и где был запущен первый искусственный спутник Земли?

Домашнее задание

1. Выучить §23;
2. Решить задачи:

а) Ракета движется по инерции в космическом пространстве. На ее сопло надели изогнутую трубу выходным отверстием в сторону движения и включили двигатели. Изменилась ли скорость ракеты?

б) Какую скорость относительно ракетницы приобретает ракета массой 600 г, если газы массой 15 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с?

(*Ответ*: 20 м/с.)

в) Ракета, масса которой без топлива 400 г, при сгорании топлива поднимается на высоту 125 м. Масса топлива 50 г. Определить скорость выхода газов из ракеты, считая, что сгорание топлива происходит мгновенно.

(*Ответ*: v_2 = 400 м/с.)

Приложение к уроку

Несколько слов из истории космонавтики

Первые упоминания о ракетах встречаются в древнекитайских летописях, в древней индийской и греческой литературе, а также в древнерусских летописях. Существуют сведения об открытии в Москве в 1680 году «Ракетного заведения». Первый фундаментальный труд «О боевых ракетах», принадлежавший перу К.И. Константинова, крупного военного специалиста, вышел в Париже в 1861 году. Проекты первых отечественных пороховых ракет были разработаны Н.И. Тихомировым в 1894 году. Но история космических ракет тогда еще не началась. Разумеется, и боевые ракеты, и фейерверки влияли на развитие человеческой фантазии.

История космической ракетной техники и космонавтики знает немало славных имен, в их числе великий русский ученый К.Э. Циолковский, который в 1883 году пришел к мысли о возможности использования реактивного движения для создания межпланетных летательных аппаратов.

Заметим также, что многие зарубежные исследователи создание в фашистской Германии ракеты «ФАУ-2» рассматривают как одну из важных вех в развитии космонавтики.

Основоположник практической космонавтики – академик С.П. Королев.

Первое «космическое» испытание новой баллистической ракеты – вывод на околоземную орбиту первого в истории человечества искусственного спутника Земли (ИСЗ). Испытание, проведенное 4 октября 1957 года, было успешным. Второй ИСЗ с животными на борту выяснил, главным образом, биологические возможности космического полета, а третий ИСЗ – физическую обстановку в космосе.

И, наконец, после многочисленных земных и космических экспериментов наступило 12 апреля 1961 года – день первого в мире космического полета человека – Ю.А. Гагарина – гражданина СССР.

Первый пилотируемый полет на Луну корабля «Аполлон» был осуществлен в 1969 году. Космонавт США Н. Армстронг и Э. Олдрин установили на Луне научную аппаратуру и, собрав образцы лунного грунта, вернулись со своим драгоценным грузом на Землю.

Затем экспедиции повторялись, их программы и оснащение совершенствовались, однако привлекательность этих экспедиций постепенно умень-

шалась. Для большинства людей полеты на Луну постепенно стали казаться будничным делом. И вот... 11 декабря 1972 года состоялась последняя экспедиция на Луну, а ракета «Сатурн-5» и все сооружения, необходимые для ее эксплуатации, были законсервированы.

Противники освоения космоса продолжали по-прежнему считать, что затраты по сравнению с полученными результатами слишком велики: каждая секунда пребывания на Луне экипажа «Аполлон-12» стоила 30 тыс. дол., каждый килограмм лунного грунта, доставленного на Землю, стоил 1 млрд. дол.

Постепенное планомерное развитие космонавтики в Советском Союзе, очевидные успехи астронавтики США, деятельность других стран в этом же направлении позволили накопить важный экспериментальный материал и однозначно установить несомненные преимущества и рентабельность космонавтики. Оказалось, что по самым скромным расчетам, проведенным в США, съемки панорамы земной поверхности из космоса в 5–10 раз дешевле аэрофотосъемки. Применение метеоспутников в нашей стране более чем на порядок увеличивает эффективность службы предсказания погоды. Постепенно стало очевидным, что в некоторых областях науки и народного хозяйства, таких, как геодезия, связь, навигация, океанография, метеорология, астрономия, гидрология, геология, лесное хозяйство, сельское и рыбное хозяйство и т.п., применение космических средств не только уже рентабельно, но в ряде случаев и незаменимо.

Внеклассное мероприятие «Сердце, отданное науке»

Цели урока:

Познакомить учащихся с деятельностью того или иного ученого; показать наиболее примечательные черты его мировоззрения; методы получения научных знаний; сформировать правильное представление о характере научного труда ученых.

Оформление: портреты ученых; выставка книг по теме.

Ход урока

Учащиеся делятся на две команды. Каждая команда выбирает ученого, о котором ей хотелось бы рассказать остальным.

I. Вступительное слово учителя

Счастлив в наш век, кому победа
Далась не кровью, а умом,
Счастлив, кто точку Архимеда
Сумел сыскать в себе самом.

Первая команда. Галилео Галилей

Вот уже несколько веков человечество бережно хранит легенду о том, что, выйдя из зала суда, Галилей воскликнул: «А все-таки она вертится!»

А. Эйнштейн писал о Галилее: «перед нами предстает человек незаурядной воли, ума и мужества, способный в качестве представителя рационального

мышления выстоять против тех, кто, опираясь на невежество народа и праздность учителей в церковных облачениях и университетских мантиях, пытается упрочить и защитить свое положение». Галилей по праву считается одним из основоположников опытного естествознания и новой науки. Он впервые сформулировал требования к научному эксперименту; опроверг учение Аристотеля о пропорциональности скорости падения весу тела; сформулировал механический принцип относительности движения; открыл закон инерции; дал строгое определение равноускоренного движения, установил его законы; предложил метод расчета траектории брошенных тел; установил законы колебания маятника. Сделал первую попытку (пусть неудачную) определить скорость света в земных условиях; доказал существование неровностей Луны, пятен на Солнце, фаз Венеры, спутников Юпитера.

По мнению сильных мира сего, Галилей только и делал, что разрушал красивое. Он вторгся со своим телескопом в идеальную сферу небес и открыл, что она неидеальна. Луна оказалась негладкой и не полированной. Тогда незамедлительно были приняты меры по спасению красоты. Сначала инквизиция отказалась смотреть в трубу, утверждая, что истинное знание не приобретается таким примитивным способом: его можно почерпнуть лишь в Библии и в книгах Аристотеля. Потом стали придумывать фантастические объяснения видимых на Луне шероховатостей. Но Галлией открыл пятна и на самом Солнце! Неизменяемость, нетленность всего небесного – вот чем более всего дорожили ученики Аристотеля. Они бы смирились даже с пятнами на Солнце, лишь бы эти пятна на нем были от века, а не возникали и разрушались, как утверждал Галилей.

Разрушая эстетику неизвестного неба, Галилей создает новую эстетику – эстетику живого, изменяющегося. Галилей выдвинул новую схему мировой гармонии, кинетической гармонии, вопреки статической гармонии мироздания Аристотеля.

Вторая команда. Исаак Ньютон

Без имени Ньютона нет физики, а для Ньютона без физики и математики не было бы жизни. Без имени Ньютона нет физики, а для Ньютона без физики и математики не было бы жизни. Наука для него - это и вода, и воздух, и пища. Его именем названы теоремы, законы, единицы измерения силы. Если бы была возможность измерять силу человеческого гения, её тоже можно было бы назвать Ньютоном. Недаром на надгробной плите могилы Ньютона высечены слова: «...пусть смертные радуются, что существовало такое украшение рода человеческого».

Наиболее плодородными в жизни Ньютона были годы 1665–1667-й, когда во время эпидемии чумы он уезжал в голодную деревню Вульсторп. Эти годы можно назвать «болдинской осенью» Ньютона. Он работал сверх всякой меры! Здесь рождается интегральное дифференциальное исчисление, здесь он раскрывает солнечный луч, познаёт тайну спектра, здесь конструирует телескоп нового типа – рефлектор и микроскоп.

Был и другой Ньютон. Его мы знаем очень мало. Этот Ньютон – политик, член учредительного парламента, человек, который совершенно непонятным образом научную работу сочетал с административной, со службой государственным интересом.

Слава Ньютона досталась ему не легко: она приносила и горечь разочарования, и боль обиды. В спорах с Гуком, Гюйгенсом Лейбницем ему не раз приходилось отстаивать свой приоритет в науке.

Для вовлечения в работу зрителей, проводим с ними конкурс загадок. Учитель загадывает загадки.

Загадка первая:

Речь пойдет об ученом. О ком именно? Подсказки:

1. Еще в студенческие годы он открыл, что период колебаний маятника не зависит от амплитуды.
2. После окончания университета он занялся исследованиями в области механики и астрономии.
3. Им открыт принцип относительности движения и закон инерции.
4. Он открыл 4 спутника у Юпитера и фазы Венеры.
5. Для изучения закономерностей свободного падения тел он использовал наклонную башню в г. Пиза.

(*Ответ*: итальянский ученый Галилео Галилей.)

Загадка вторая:

И вновь речь - об ученом, теперь о человеке, фамилия которого знакома всем: и школьникам, и рабочим, и домохозяйкам, и артистам, и научным работникам. Кто он? Подсказки:

1. Инженер по образованию, он в 23 года защитил диссертацию на звание доктора философии.
2. Его научные исследования посвящены электромагнетизму, физике кристаллов, оптике, молекулярной физике.
3. Но главное его научное достижение относилось к совершенно неизвестной до тех пор области науки. Она-то и прославила его имя.
4. Он лауреат первой Нобелевской премии по физике (1901 г.).
5. Ему первому удалось увидеть строение части скелета живого человека.

(*Ответ*: немецкий ученый В. К. Рентген.)

Загадка третья:

О фамилии очень известного ученого. Подсказки:

1. Он - один из первых ученых, работавших на войну, и первая жертва войны среди людей науки.
2. Круг его научных интересов: математика, механика, оптика, астрономия.
3. Он - крупный изобретатель. Его изобретения широко известны.
4. С одним из его открытий мы сталкиваемся почти каждую неделю.
5. По легенде, ему принадлежит возглас: «Эврика!», прозвучавший вслед за сделанным им открытием.

(*Ответ*: Архимед.)

Загадка четвертая:

И снова о человеке-легенде. Подсказки:

1. Он жил в IV в. до н.э.
2. Он был воспитателем Александра Македонского.
3. Его сочинения относятся ко всем областям знаний того времени: философии, астрономии, механике, теории звука, оптике, метеорологии.

4. В основе его физики лежали рассуждения и умозаключения.
5. Его учение было канонизировано церковью, признано святым, неизменным и господствовало в науке около 1000 лет.

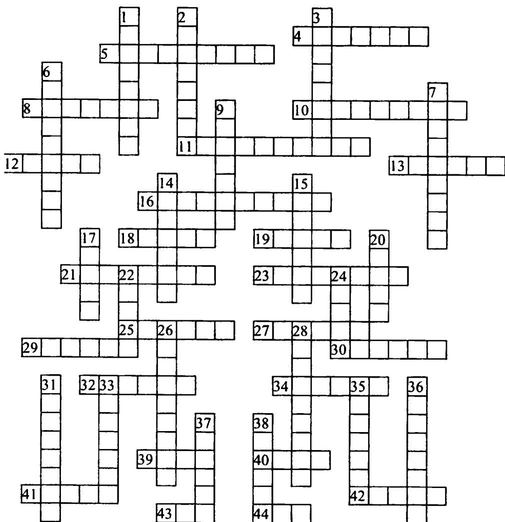
(*Ответ*: Аристотель.)

II. Заключительное слово учителя

Анализ творчества великих физиков показывает, что основным мотивом их научного труда была бескорыстная жажда постижения законов природы. Собственный упорный и тяжелый труд является для ученого радостью, источником счастья и смыслом жизни. Но нередко результаты труда, а порой и сама возможность заниматься им требовали от ученого мужества поступать в соответствии с высокими нравственными принципами.

Всем желающим в качестве домашнего задания дается сложный кроссворд. За выполнение домашнего задания оценка выставляется в журнал.

Кроссворд «Замечательные ученые-физики»



По вертикали:

1. Русский ученый, установивший законы внешнего фотоэффекта. 2. Российский физик и астрофизик, развивающий теории сверхпроводимости и происхождения космических лучей. 3. Английский физик, установивший статисти-

ческий закон распределения молекул по скоростям. 6. Французский физик и инженер, установивший совместно с М. В. Ломоносовым уравнение состояния идеального газа. 7. Французский физик и химик, открывший один из газовых законов. 9. Итальянский физик и астроном, один из основоположников экспериментальной физики. 14.Английский физик, осуществивший цель «превратить магнетизм в электричество». 15. Ученый, подтвердивший в 1922 г. квантовую теорию света. 17. Немецкий врач, один из первооткрывателей закона сохранения энергии. 20. Французский ученый и инженер, разработавший принцип действия идеальных тепловых машин. 22. Французский ученый, именем которого назван один из газовых законов. 24. Великий французский физик и математик, один из основополодников электродинамики. 26. Английский ученый, основоположник ядерной физики. 28. Ученый, предложивший метод усиления света с использованием индуцированного излучения. 31. Немецкий ученый, один из создателей кинетической теории газов. 33. Немецкий физик, экспериментально обнаруживший Х-лучи и изучивший их свойства. 35. Физик-экспериментатор, экспериментально зарегистрировавший давление света. 36. американскй физик, который провел первые наиболее точные опыты по измерению заряда электрона. 37. Немецкий физик-экспериментатор, изобретатель прибора для регистрации (счета) заряженных частиц. 38. Американский физик и химик, открывший атомную структуру белков, в частности гемоглобина (1954).

По горизонтали:

4. Русский физик, автор фундаментальных работ в области изучения природы света. 5. Великий русский ученый, разработавший теорию образования атмосферного электричества. 8. Французский ученый, установивший важный газовый закон. 10. Русский ученый, указавший на повторяемость свойств химических элементов. 11. Немецкий естествоиспытатель, внесший вклад в установление закона сохранения энергии. 12. Английский ученый, экспериментально открывший один из газовых законов. 13. Творец классической механики. 16. Ученый, пытавшийся обнаружить движение Земли относительно неподвижного эфира. 18. Физик-теоретик, выдвинувший теорию квантов. 19. Изобретатель «беспроволочного телеграфа». 21. Создатель теории относительности. 23. Итальянский ученый, открывший важную закономерность между числами молекул в равных объемах газов. 25. Голландский ученый, основатель электронной теории строения вещества. 27. Выдающийся организатор науки, создатель первой советской школы физиков. 29. Английский физик, один из первооткрывателей закона сохранения энергии, доказавший, что теплоту можно получить за счет механической работы. 30. Ученый, открывший явление электростатической индукции. 32. Датский физик, обнаруживший действие электрического тока на магнитную стрелку. 34. Французский физик-теоретик, получивший Нобелевскую премию за открытие волновой природы электрона. 39. Ученый, в честь которого названа единица поглощенной дозы излучения. 40. Ученый, изучавший электромагнетизм, установивший правило направления индукционного тока. 41. Французский физик, установивший закон взаимодействия неподвижных электрических зарядов. 42. Немецкий физик-экспериментатор, в честь которого названа в СИ единица магнитного потока. 43. Выдающийся датский физик, предложивший «планетарную» модель атома. 44. Автор закона упругости твердых тел.

Ответы

По горизонтали: 4. Вавилов. 5. Ломоносов. 8. Мариотт. 10. Менделеев. 11. Гельмгольц. 12. Бойль. 13. Ньютон. 16. Майкельсон. 18. Планк. 19. Попов. 21. Эйнштейн. 23. Авогадро. 25. Лоренц. 27. Иоффе. 29. Джоуль. 30. Рихман. 32. Эрстед. 34. Бройль. 39. Грей. 40. Ленц. 41. Кулон. 42. Вебер. 43. Бор. 44. Гук.

По вертикали: 1. Столетов. 2. Гинзбург. 3. Максвел. 6. Клайперон. 7. Гей-Люссак. 9. Галилей. 14. Фарадей. 15. Комптон. 17. Майер. 20. Карно. 22. Шарль. 24. Ампер. 26. Резерфорд. 28. Фабрикант. 31. Клаузиус. 33. Рентген. 35. Лебедев. 36. Милликен. 37. Гейгер. 38. Полинг.

III. Подведение итогов

Учитель выставляет оценки за урок.

Урок 21
Контрольная работа по теме «Импульс. Закон сохранения импульса»

Цели урока:

Выявить знания учащихся по теме «Импульс. Закон сохранения импульса».

Ход урока

Вариант I

1. Каким выражением определяют импульс тела?

а) $m\vec{a}$;   б) $m\vec{v}$;

в) $\vec{F}t$;   г) $\frac{m\vec{v}^2}{2}$.

2. В каких единицах измеряется импульс в Международной системе?

а) 1 Н;   б) 1 кг;

в) 1 Н·с;   г) 1 Дж.

3. Чему равно изменение импульса тела, если на него подействовала сила 15 Н в течение 5 с?

а) 3 кг·м/с;   б) 5 кг·м/с;

в) 15 кг·м/с;   г) 75 кг·м/с.

4. Тело массой m движется со скоростью v. После взаимодействия со стенкой тело стало двигаться в противоположном направлении с той же по модулю скоростью. Чему равен модуль изменения импульса тела?

а) 0;   б) mv;

в) $2\ mv$;   г) $4\ mv$.

5. Два автомобиля с одинаковыми массами m движутся со скоростями v и $3v$ относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен импульс второго автомобиля в системе отчета, связанной с первым автомобилем?

а) mv;   б) mv;

в) $3\ mv$;   г) $4\ mv$.

6. На рис. 44 представлен график зависимости модуля силы F, действующей на тело, от времени. Чему равно изменение скорости тела массой 2 кг за 4 с?

а) 4 *м/с*;
б) 8 м/с;
в) 16 м/с;
г) 32 м/с.

F, Н; 4; 2; t, с; 2; 4

Рис. 44

7. Какое из выражений соответствует закону сохранения импульса для случая взаимодействия двух тел?

а) $\vec{p} = m\vec{v}$;
б) $\vec{F}\Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$;
в) $m_1\vec{v}_{1H} + m_2\vec{v}_{2H} = m_1\vec{v}_{1K} + m_2\vec{v}_{2K}$;
г) $\frac{m_1(\vec{v}_{1H})^2}{2} + \frac{m_2(\vec{v}_{2H})^2}{2} = \frac{m_1(\vec{v}_{1K})^2}{2} + \frac{m_2(\vec{v}_{2K})^2}{2}$.

8. Железнодорожный вагон массой m, движущийся со скоростью v, сталкивается с неподвижным вагоном массой $2m$ и сцепляется с ним. Каким суммарным импульсом обладают два вагона после столкновения?

а) 0;
б) mv;
в) 2 mv;
г) 3 mv.

9. Тележка массой 2 кг, движущаяся со скоростью 3 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой массой 4 кг и сцепляется с ней. Чему равна скорость обоих тележек после взаимодействия?

а) 0,5 м/с;
б) 1 м/с;
в) 1,5 м/с;
г) 3 м/с.

10. Скорость легкового автомобиля в 3 раза больше скорости грузового, а масса груxового – в 6 раз больше легкового. Сравните модули импульсов легкового p_1 и грузового p_2 автомобилей.

а) $p_1 = p_2$;
б) $p_2 = 2p_1$;
в) $p_l = 2p_2$;
г) $p_2 = 4p_1$.

11. При выстреле из пистолета вылетает пуля массой m со скоростью v. Какую по модулю скорость приобретает после выстрела пистолет, если его масса в 100 раз больше массы пули?

а) 0;
б) v / 100;
в) v;
г) 100 v.

12. На одном конце неподвижной длинной тележки массой m_1 стоит мальчик массой m_2. С какой скоростью будет двигаться тележка, если мальчик побежит со скоростью v относительно тележки?

а) $\frac{m_1 v}{m_1 + m_2}$;
б) $\frac{m_1 v}{m_2}$;
в) $\frac{m_2 v}{m_1 + m_2}$;
г) $\frac{m_2 v}{m_1}$.

Вариант II

1. Чему равен импульс тела массой 2 кг, движущегося со скоростью 3 м/с?

а) 1,5 кг·м/с;
б) 6 кг·м/с;
в) 9 кг·м/с;
г) 18 кг·м/с.

2. Каково наименование единицы импульса, выраженное через основные единицы Международной системы?

а) 1 кг; б) 1 кг·м/с;
в) 1 кг·м/с^2; г) 1 кг·м^2/с^2.

3. Каким выражением определяют импульс тела?

а) $m\vec{a}$; б) $m\vec{v}$;
в) $\vec{F}t$; г) $\frac{m\vec{v}^2}{2}$.

4. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. После взаимодействия со стенкой тело стало двигаться в противоположном направлении со скоростью 2 м/с. Чему равен модуль изменения импульса тела?

а) 2 кг·м/с; б) 4 кг·м/с;
в) 6 кг·м/с; г) 10 кг·м/с.

5. Два автомобиля с одинаковыми массами m движутся со скоростями v и $3v$ относительно Земли в одном направлении. Чему равен импульс второго автомобиля в системе отчета, связанной с первым автомобилем?

а) mv; б) $2mv$;
в) $3mv$; г) $4mv$.

6. На рис. 45 представлен график зависимости модуля силы F, действующей на тело, от времени. Чему равно изменение скорости тела массой 2 кг за 3 с?

а) 9 м/с;
б) 12 м/с;
в) 18 м/с;
г) 36 м/с.

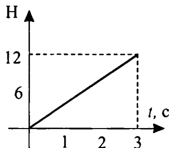


Рис. 45

7. Какое из выражений соответствует закону сохранения импульса для случая взаимодействия двух тел?

а) $m_1\vec{v}_{1Н}+m_2\vec{v}_{2Н}=m_1\vec{v}_{1К}+m_2\vec{v}_{2К}$; б) $\frac{m_1(\vec{v}_{1Н})^2}{2}+\frac{m_2(\vec{v}_{2Н})^2}{2}=\frac{m_1(\vec{v}_{1К})^2}{2}+\frac{m_2(\vec{v}_{2К})^2}{2}$;
в) $\vec{p}=m\vec{v}$; г) $\vec{F}\Delta t=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1$.

8. Тележка массой 3 кг, движущаяся со скоростью 4 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой массой той же массы и сцепляется с ней. Чему равен импульс тележек после взаимодействия?

а) 6 кг·м/с; б) 12 кг·м/с;
в) 24 кг·м/с; г) 0.

9. Тележка массой 3 кг, движущаяся со скоростью 4 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой той же массы и сцепляется с ней. Чему равна скорость обеих тележек после взаимодействия.

а) 2 м/с; б) 3 м/с;
в) 4 м/с; г) 12 м/с.

10. Скорость легкового автомобиля в 4 раза больше скорости грузового, а масса грузового – в 2 раза больше массы легкового. Сравните значения модулей импульсов легкового p_1 и грузового p_2 автомобилей.

а) $p_1 = p_2$; б) $p_1 = 2p_2$;
в) $p_2 = 2p_1$; г) $p_1 = 4p_2$.

11. Неподвижное атомное ядро массой M испускает частицу массой m, движущуюся со скоростью v, и отлетает в противоположном направлении. Чему равен модуль скорости ядра при этом?

а) v; б) $\frac{mv}{M}$;

в) $\frac{mv}{M-m}$; г) $\frac{mv}{M+m}$.

12. Орудие, не имеющее противооткатного устройства, стреляет снарядом под углом α к горизонту. Масса снаряда m_1, его начальная скорость относительно Земли v. Какова скорость отката орудия, если его масса m_2?

а) $\frac{m_1 v\cos\alpha}{m_2}$; б) $\frac{m_2 v\cos\alpha}{m_1}$;

в) $\frac{m_1 v\cos\alpha}{m_1+m_2}$; г) $\frac{m_1 v\cos\alpha}{m_2-m_1}$.

Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I вариант	б	в	г	в	г	а	в	б	б	в	б	а
II вариант	б	б	в	г	б	а	а	б	а	б	в	а

Резервный урок
Решение задач-парадоксов по теме «Законы динамики»

Цели урока:

Развить экспериментальные исследовательские умения учащихся; развить логическое мышление.

Ход урока

Команды по жребию выбирают по одной задаче. Им дается одна - две недели на обнаружение ошибки в задаче и подготовку эксперимента для обоснования предполагаемой гипотезы. На уроке каждая команда представляет содержание своей задачи и демонстрирует опыты, опровергающие определенный факт. Остальные команды в порядке очередности пытаются найти ошибку в задаче.

1. Вступительное слово учителя

Парадокс – это суждение, расходящееся с общепринятым научным представлением о знании. О парадоксальности теории мы говорим в том случае, когда эксперимент приводит к неожиданному результату, который нельзя объяснить с позиции существующих взглядов. Тогда возникает необходимость в изменении теории, в приведении ее в соответствие с экспериментом или замене ее.

Примеры вариантов задач-парадоксов по теме «Законы динамики»

1. Трение при качении меньше, чем трение при скольжении. Однако в холодный день зимой можно наблюдать, как у движущейся телеги колесо не вращается, а скользит по снегу.

2. Пассажиры, стоящие в вагоне подходящей к станции электрички, наклоняются в момент остановки поезда не вперед, а назад, «вопреки» закону инерции.

3. Висящий на нити в каюте быстроходного судна груз иногда отклоняется в сторону, хотя на него ничто не подействовало. Это противоречит первому закону Ньютона.

4. Согласно второму закону Ньютона ускорение пропорционально силе. Чем больше сила тяжести, тем больше ускорение свободного падения. Однако оно для всех тел одинаково. Получается противоречие.

5. Согласно закону всемирного тяготения можно прийти к выводу о неограниченном возрастании силы притяжения при уменьшении расстояния между телами (до нуля). Вместе с тем мы без особого труда поднимаем одно тело с поверхности другого, встаем со стула и т. д.

6. При столкновении грузовика с легковой машиной повреждение получает главным образом легковая. Но ведь согласно третьему закону Ньютона на обе машины должны действовать одинаковые силы, которые «обязаны» произвести одинаковы повреждения.

2. Подведение итогов

Учитель выставляет оценки за урок.

Глава II
МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ЗВУК

Урок 22
Колебательные движения

Цель урока:

Сформировать у учащихся представления о колебательном движении; изучить свойства и основные характеристики периодических (колебательных) движений.

Ход урока

I. Анализ контрольной работы

II. Новый материал

Своеобразные движения, которые называются колебательными или просто колебаниями, всем хорошо известны. Они широко распространены в окружающем нас мире. Колеблются ветки деревьев во время ветра, качели и т.д.

При всем разнообразии этих движений у них есть важная общая черта: через определенный промежуток времени движения повторяются. Минимальный промежуток времени, через который движение повторяется, называют ***периодом колебания***. Поэтому говорят, что колебательное движение ***периодично***.

Если тело, подвешенное на нити, отведем влево на некоторое расстояние и отпустим, тело будет двигаться с ускорением вправо-вниз, пройдет положение равновесие и вследствие инерции отклонится вправо-вверх и т.д.

Отклонение тела от положения равновесия называют ***смещением***.

Наибольшее (по модулю) отклонение тела от положения равновесия называют ***амплитудой***.

Как и другие движения, колебательное движение характеризуется скоростью и ускорением. При колебательном движении обе эти величины изменяются от точки к точке, от одного момента времени к другому. В точках максимального отклонения от положения равновесия скорость равна нулю. В точке равновесия скорость максимальна. Ускорение – наоборот.

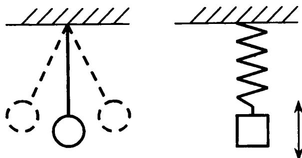


Рис. 46

На рис. 46 представлены нитяной и пружинный маятники.

Математическим маятником называется подвешенный к тонкой нити груз, размеры которого много меньше длины нити, а его масса много больше массы нити.

Итак, условия возникновения механических колебаний:

- Наличие положения устойчивого равновесия, при котором равнодействующая сила равна нулю.
- Хотя бы одна сила должна зависеть от координаты (например, $F_{упр} = -kx$).
- Наличие в колеблющемся теле избыточной энергии. (Вначале мы совершаем работу по сжатию пружины, сообщив ей некоторый запас энергии. За счет этой энергии и происходят колебания.)
- Если вывести тело из положения равновесия, то равнодействующая уже не будет равна нулю.
- Силы трения в системе достаточно малы.

III. Упражнения и вопросы для повторения

- Какое движение называют колебательным?
- Что называют колебанием тела?
- Что называют амплитудой колебания? Периодом? Смещением?
- Что такое маятник? Какой маятник называют математическим?
- Какой маятник называют пружинным?
- Какие из перечисленных ниже движений являются механическими колебаниями: а) движение качелей; б) движение мяча, падающего на землю; в) движение звучащей струны гитары?

Домашнее задание

1. Выучить §24, 25;
2. Упражнение 23.

Урок 23

Величины, характеризующие колебательное движение

Цели урока:

Ввести понятия амплитуды, периода и частоты колебаний; сформировать представление о гармонических колебаниях.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Приведите примеры колебательных движений.
- Как вы понимаете утверждение о том, что колебательное движение периодично?
- Что такое период колебаний?
- Какие колебания называются свободными?
- Что такое смещение, амплитуда?
- Что такое колебательные системы?
- Что называется маятником?
- Какие тела входят в колебательную систему, называемую пружинным маятником? Нитяным (математическим) маятником?

II. Новый материал

Каждое движение характеризуется своими величинами.

- Какими величинами характеризуется равномерное прямолинейное движение? (*Постоянной скоростью, координатой. Существует уравнение зависимости координаты от времени* $x = x_0 + v_x t$.)
- Какими величинами характеризуется прямолинейное движение? (*Постоянным ускорением, координатой.*)
- Какими же величинами характеризуется колебательное движение?

Период колебаний

На прошлом уроке уже отмечалось, что колебательное движение – периодическое. Период T – время одного полного колебания:

$$T = \frac{t}{N},$$

где t – все время движения, N – количество колебаний.

В СИ период колебаний выражается в секундах: $[T]$ = с.

Частота колебаний

Частота ν – число полных колебаний за единицу времени:

$$\nu = \frac{N}{t}, \text{ т.е. } \nu = \frac{1}{T},$$

где N – количество колебаний, t – время движения.

В СИ частота выражается в герцах: $[\nu]$ = $с^{-1}$ = Гц.

Колебательное движение характеризуются также циклической частотой:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu .$$

Амплитуда колебания

Амплитуда x (или А) – наибольшее смещение от положения равновесия, измеряется в метрах (м). Можно измерять в единицах плоского угла (для математического маятника).

Графическое представление колебательного движения

Так как в процессе колебаний положение тела меняется, то очень удобно изменение смещения тела от положения равновесия во времени представлять графически. Подготовив установку, предложенную в учебнике на стр. 97,

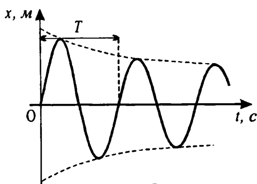


Рис. 47

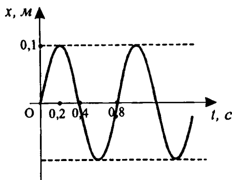


Рис. 48

учитель демонстрирует вид траектории движения тела. График зависимости смещения x от времени изображен на рис. 47. График показывает, что на каждом периоде колебаний T амплитуда колебаний убывает. Это связано с наличием трения в системе. Если трение очень мало, то амплитуда убывает очень медленно, и колебания долго не затухают.

Полученная кривая называется ***синусоидой***. (Несмотря на то, что такой термин используется в литературе, кривая, изображенная на рис. 47, не является истинной синусоидой – это более сложная функция. К сожалению, в 9 классе у ребят нет достаточных математических знаний, чтобы описать эту функцию. Истинная же синусоида показана на рис. 48.)

Периодические изменения во времени физической величины происходящие по закону синуса или косинуса, называются ***гармоническими*** колебаниями.

Закон изменения смещения x от времени t имеет вид:

$$x(t) = A\sin(\omega t) = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right).$$

Следует обратить внимание учеников, что по графику очень удобно определять все характеристики колебательного движения, а именно, период (T), амплитуду (A) и частоту (ν).

Например, по графику колебаний, изображенному на рис. 48, определяем:
$A = 0{,}1$ м,
$T = 0{,}8$ с,
$\nu = 1/T = 1{,}25$ Гц.

Для данного графика: $x(t) = 0{,}1\sin\left(\frac{2\pi}{0{,}8}\cdot t\right) = 0{,}1\sin(2{,}5\pi t)$.

Далее можно предложить учащимся самостоятельно определить по заданному графику параметры движения тела.

Параметры колебательных систем

Чему же равны период и частота колебаний математического маятника, пружинного маятника?

а) Для пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

где m – масса груза, k – жесткость пружины.

Тогда частота колебаний:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

б) Для математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где l – длина нити, g – ускорение свободного падения
Частота колебаний:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Необходимо отметить отличие гармонических колебаний от негармонических. Период гармонических колебаний не зависит от способа выведения системы из положения равновесия (например, от амплитуды колебаний). В этом можно будет легко убедиться на следующем уроке в ходе лабораторной работы.

III. Упражнения и вопросы для повторения

– Какие колебания называются гармоническими?
– Что называют частотой колебаний? Какова единица измерений?
– Что называют амплитудой колебаний?
– Что называют периодом колебаний? Какая формула выражает смысл этого понятия? Какова единица измерения периода колебаний?
– Какое уравнение выражает смысл гармонического колебания?
– Как найти период математического маятника? Пружинного маятника?

IV. Решение задач

Задача 1

Маятник совершил 20 колебаний за 1 мин. 20 с. Найти период и частоту колебаний. (*Ответ*: $T = 4$ с; $\nu = 0{,}25$ Гц.)

Задача 2

Амплитуда незатухающих колебаний точки струны 2 мм, частота колебаний 1 кГц. Какой путь пройдет точка струны за 0,4 с? Какое перемещение совершит эта точка за один период колебаний? (*Ответ*: $l = 3{,}2$ м; $S = 0$.)

Задача 3

Координата колеблющегося тела изменяется по закону: $x = 5 \cos \pi t$. Чему равны амплитуда, период и частота колебаний, если в формуле все величины выражены в единицах СИ? (*Ответ*: $A = 5$ м; $T = 2$ с; $\nu = 0{,}5$ Гц.)

Задача 4

Математический маятник длиной 2,45 м совершил 100 колебаний за 314 с. Определить ускорение свободного падения для данной местности. (*Ответ*: $g = 9{,}8$ м/с^2.)

Задача 5

Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на поверхности Луны 1,6 м/с^2. (*Ответ*: $l = 0{,}16$ м.)

Задача 6

Груз массой 0,4 кг, подвешенный к невесомой пружине, совершает 30 колебаний в минуту. Чему равна жесткость пружины? (*Ответ*: $k \approx 4$ Н/м.)

Домашнее задание

1. Выучить §26, 27;
2. Задачи на усмотрение учителя (3 из предложенных).

Урок 24
Лабораторная работа 2
«Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от его длины»

Цель урока:

Проверить на практике справедливость теоретических соотношений по периоду колебаний нитяного маятника.

Оборудование: Шарик на нити, штатив с муфтой и кольцом, измерительная лента, часы (или секундомер).

Ход урока

Данная лабораторная работа позволяет экспериментально подтвердить справедливость соотношения: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$.

Перед выполнением работы нужно пояснить, что далеко не каждый нитяной маятник совершает колебания с периодом, определяемым данной формулой. И это нужно будет проверить в работе.

Очень важно, чтобы ученики выбрали длину подвеса нити в пределах 1–2 *м*. Это позволит получить значения T с наивысшей точностью. При этом угол отклонения нити от вертикали не должен превышать 5–7°.

Указания к работе

1. Установите на краю стола штатив. К кольцу штатива подвесьте шарик на длинной нити (так, чтобы он находился на расстоянии 3–5 см от пола).
2. Измерьте длину нити l.
3. Отклоните шарик на 4–5 см от положения равновесия и отпустите.
4. Измерьте время t, за которое маятник сделает $n = 30$ полных колебаний.
5. Вычислите период и частоту колебаний.
6. Повторите опыт, уменьшив длину нити в 4 раза.
7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	Длина нити, l, м	Время, t, с	Кол-во колебаний, n	Период, T, с	Частота, ν, Гц
1					
2					

8. Сделайте вывод о зависимости периода и частоты колебаний маятника от длины нити.

Урок 25
Превращение энергии при колебательном движении. Затухающие колебания

Цели урока:

Изучить возможные превращения энергии в колебательных системах. Подтвердить справедливость закона сохранения механической энергии в колебательных системах.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Что называется амплитудой, периодом колебания, частотой колебания? Какой буквой обозначается и в каких единицах измеряется каждая из этих величин?
- Что такое полное колебание?
- Какая математическая зависимость существует между периодом и частотой колебания?
- Как найти период математического маятника?
- От чего зависит период пружинного маятника?
- Как направлены по отношению друг к другу скорости двух маятников в любой момент времени, если эти маятники колеблются в противоположных фазах; в одинаковых фазах?
- Какие колебания называются гармоническими?
- Как меняются действующая на тело сила, его ускорение и скорость при совершении им гармонических колебаний?

II. Письменная проверочная работа

Вариант I

1. Какое из перечисленных ниже движений является механическим колебанием? 1) движение качелей; 2) движение мяча, падающего на землю.

а) *только 1*; б) только 2;
в) 1 и 2; г) ни 1, ни 2.

2. Какие из перечисленных ниже колебаний являются свободными? 1) колебания груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия; 2) колебания диффузного громкоговорителя во время работы приемника.

а) *только 1*; б) только 2;
в) 1 и 2; г) ни 1, ни 2.

3. За 4 с маятник совершает 8 колебаний. Чему равен период колебаний?

а) 8 с; б) 4 с;
в) 2 с; г) *0,5 с*;
д) 32 с.

4. По условию задачи 3 определите частоту колебаний.

а) 8 Гц; б) 4 Гц;
в) *2 Гц*; г) 0,5 Гц;
д) среди ответов а) – г) нет правильного.

5. На рис. 49 представлена зависимость координаты колеблющегося тела от времени. Какова амплитуда колебаний?

а) 0,2 м; б) *0,1 м*;
в) 1 м; г) 0,5 м;
д) 0,4 м; е) 0 м.

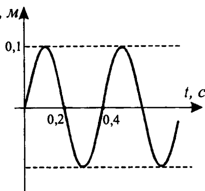


Рис. 49

6. По рис. 49 определите, чему равен период колебаний?

а) 1 с; б) 0,2 с;
в) *0,4 с*; г) 0,4 Гц;
д) 0,2 Гц; е) 1 Гц.

7. По рис. 49 определите частоту колебаний.

а) 1 с; б) 2 с;
в) 4 с; г) 0,5 Гц;
д) *0,25 Гц*; е) 1 Гц.

II вариант

1. Какое из перечисленных ниже движений является механическим колебанием? 1) движение звучащей струны гитары; 2) движение спортсмена, совершающего прыжок в длину.

а) ни 1, ни 2; б) 1 и 2;
в) *только 1*; г) только 2.

2. Какие из перечисленных ниже колебаний являются вынужденными? 1) колебания груза на нити, один раз отведенного от положения равновесия и отпущенного; 2) колебания качелей, раскачиваемых человеком, стоящим на земле.

а) 1 и 2; б) только 1;
в) *только 2*; г) ни 1, ни 2.

3. За 3 с маятник совершает 6 колебаний. Чему равен период колебаний?

а) 6 с; б) 3 с;
в) 2 с; г) *0,5 с*;
д) 18 с.

4. По условию задачи 3 определите частоту колебаний.

а) 0,5 Гц; б) *2 Гц*;
в) 3 Гц; г) 6 Гц;
д) 1/16 Гц.

5. На рис. 50 представлена зависимость координаты колеблющегося тела от времени. Какова амплитуда колебаний?

а) – 3 м; б) 0;
в) *2 м*; г) 3 м;
д) 4; е) 6 м.

6. По рис. 50 определите, чему равен период колебаний?

а) 2 с; б) 4 с;
в) *8 с*; г) 0,5 Гц;
д) 0,25 Гц; е) 1/8 Гц.

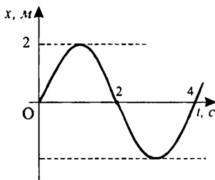


Рис. 50

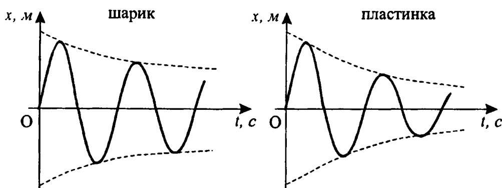


Рис. 51

7. По рис. 50 определите частоту колебаний.

а) 2 с; б) 4 с;
в) 8 с; г) 0,5 Гц;
д) 0,25 Гц; е) *1/8 Гц*.

II. Новый материал

Рассмотрение нового материала удобно начать с показа колебаний грузов, закрепленных на нитях. Для наглядности удобно взять нити равной длины, а грузы – разной формы. Например, шарик и тонкую пластинку.

Легко заметить, что колебания во второй системе будут ***затухать*** быстрее, чем в первой (рис. 51).

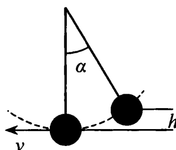


Рис. 52

Видно, что полная механическая энергия быстрее убывает во второй системе. Почему? Ясно, что любая колебательная система будет совершать колебания до тех пор, пока обладает энергией. Отводя маятник от положения равновесия, мы сообщаем системе начальную энергию (рис. 52). Она равна потенциальной энергии тела: $E_p = mgh$.

Отпустив маятник, мы видим, что скорость тела возрастает, а значит, возрастает и его кинетическая энергия. Из закона сохранения механической энергии уменьшение E_p приводит к эквивалентному увеличению E_K. Для любой точки траектории, если в системе нет сил трения, справедливо: $E_1 = E_2$, т.е.:

$$mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}.$$

Если тело находится в крайних положениях, система обладает полной энергией E, определяемой только потенциальной энергией. А в положении равновесия полная энергия равна максимальной кинетической энергии груза:

$$E = \frac{mv_m^2}{2}.$$

Важно понять, что составляющие полной энергии E_K и E_p не просто изменяются во времени, а изменяются ***периодически*** с заданным периодом колебаний в системе. Период изменения E_K и E_p в 2 раза меньше периода колебаний T.

Обычно реальные системы обладают собственным трением, и присутствует сила сопротивления среды.

Поэтому колебания в таких системах являются ***затухающими***: полная механическая энергия начинает уменьшаться, т.к. уходит на преодоление сил трения. Следовательно, амплитуда колебаний уменьшается, и, когда работа силы трения становится равна по модулю исходной полной энергии в системе, колебания прекращаются.

Но на колебательную систему может действовать периодическая внешняя сила. Такая сила называется ***вынуждающей*** силой.

Тряска автомобиля, движущегося по неровной дороге, движение качелей, которые кто-то периодически подталкивает – все это ***вынужденные*** колебания.

Свободные колебания с течением времени затухают. Поэтому на практике чаще используются не свободные колебания, а вынужденные. Наиболее широко они применяются в различных вибрационных машинах.

III. Закрепление изученного

– Опишите процесс превращения энергии при гармоническом колебательном движении на примере математического маятника.
– Почему свободные колебания маятника затухают? При каких условиях колебания могут стать незатухающими?
– Начертите график затухающего колебания.
– Чем определяется частота свободных колебаний? Почему ее называют собственной частотой колебательной системы?
– В каких машинах применяются вынужденные колебания?

IV. Решение задач

1. Маятник совершил 180 колебаний за 72 с. Определите период и частоту колебаний. (*Ответ*: 0,4 с; 2,5 Гц.)

2. Шарик, подвешенный на длинной нити, отклонили от положения равновесия так, что его высота над землей увеличилась на 5 см. С какой скоростью пройдет этот шарик положение равновесие в процессе свободных колебаний? (*Ответ*: 1 м/с.)

3. Вычислите частоту свободных колебаний маятника, у которого нить имеет длину 1 м. Сколько времени будут длиться 10 колебаний этого маятника? (*Ответ*: 0,5 Гц.)

4. В Исаакиевском соборе в Петербурге висел маятник с длиной подвеса 98 м. Чему равен период его колебаний? Сколько колебаний он совершает за 1 минуту? (*Ответ*: 20 с; 3 колебаний.)

Домашнее задание

1. §28, 29;
2. Выполнить упражнение 25 (1);
3. Циклическая частота колебаний математического маятника $\omega = 2\pi$ с$^{-1}$. Чему равен период изменения потенциальной энергии для этого маятника? (*Ответ*: 0,5 с.)

Урок 26
Лабораторная работа 3
«Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника»

Цель работы:

Вычислить ускорение свободного падения (g) при помощи нитяного маятника.

Оборудование:

Шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом; часы с секундной стрелкой, измерительная лента.

Ход работы

В данной работе необходимо вычислить ускорение свободного падения из формулы для периода колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Для этого необходимо измерить период колебания и длину подвеса маятника. Тогда из формулы можем вычислить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}.$$

Порядок выполнения работы

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3–5 см от пола.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5–8 см и отпустите его.

3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.

4. Измерьте время Δt, за которое маятник выполняет 40 полных колебаний (N).

5. Повторите измерения Δt (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение $\Delta t_{ср}$.

6. Вычислите среднее значение периода колебаний $T_{ср}$ по среднему значению $\Delta t_{ср}$.

7. Вычислите значение $g_{ср}$ по формуле:

$$g_{ср} = \frac{4\pi^2 l}{T_{ср}^2}.$$

8. Полученные результаты запишите в таблицу:

№	Длина нити, l, м	Кол-во колебаний, N	Время, Δt, с	Время среднее, $\Delta t_{ср}$, с	Период, $T_{ср}$, с	Ускорение св. падения, $g_{ср}$, м/с^2
1						
2						

9. Сравните полученное среднее значение для $g_{ср}$ со значением $g = 9{,}8$ м/с^2.

Урок 27
Резонанс

Цели урока:

Познакомиться с явлением резонанса; изучить физическое содержание этого явления. На качественном уровне продемонстрировать его разрушающую способность.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Может ли тело, находясь в реальных условиях, совершать колебательное движение без потерь энергии?
– Как меняется с течением времени амплитуда затухающих колебаний?
– Где быстрее прекратятся колебания маятника: в воздухе или в воде? Начальный запас энергии в обоих случаях одинаков.
– Какое превращение происходит с энергией в математическом маятнике, если отсутствует сила трения?
– Что необходимо сделать, чтобы колебания были незатухающими?
– Какие колебания называются вынужденными?

II. Письменная проверочная работа

Вариант I

1. За 5 с маятник совершает 10 колебаний. Чему равен период колебаний?

а) 5 с; б) 2 с;
в) *0,5 с*; г) 50 с.

2. Как изменится период колебаний груза на пружине, если жесткость пружины увеличить в 4 раза?

а) увеличится в 4 раза; б) *увеличится в 2 раза*;
в) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза.

3. Каким выражением определяется период математического маятника?

а) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; б) $2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$;

в) $\frac{\sqrt{gl}}{2\pi}$; г) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$.

4. Каков примерно период колебаний математического маятника длиной 40 м? $g = 10$ м/с^2.

а) *12 с*; б) 1/12 с;
в) 2 с; г) 0,5 с.

5. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длина уменьшится в 9 раз?

а) увеличится в 3 раза; б) увеличится в 9 раз;
в) *уменьшится в 3 раза*; г) уменьшится в 9 раз.

6. Как будет изменяться период колебаний математического маятника, если его поднять над поверхностью Земли?

а) *увеличится*; б) уменьшится;
в) не изменится;
г) сначала увеличится, затем уменьшится.

Вариант II

1. За 6 с маятник совершает 12 колебаний. Чему равна частота колебаний?

а) 0,5 Гц; б) *2 Гц*;
в) 72 Гц; г) 6 Гц.

2. Как изменится период колебаний груза на пружине, если массу груза уменьшить в 4 раза?

а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза;
в) *уменьшится в 2 раза*; г) уменьшится в 4 раза.

3. Как изменится период колебаний груза на пружине, если жесткость пружины уменьшить в 16 раз?

а) *увеличится в 4 раза*; б) увеличится в 2 раза;
в) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 2 раза.

4. Как изменится период колебаний математического маятника, находящегося на высоте 20 км, если его вернуть на Землю?

а) увеличится; б) *уменьшится*;
в) не изменится;
г) сначала увеличится, затем уменьшится.

5. Каков примерно период колебаний систематического маятника длиной 10 м? ($g = 10$ м/с^2)

а) *6 с*; б) 1/6 с;
в) 1 с; г) 10 с.

6. Каким выражением определяется период колебаний груза на пружине?

а) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; б) $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$;

в) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$; г) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$.

III. Новый материал

Изложение нового материала можно увязать с уже изученным ранее: вынужденные колебания позволяют создавать незатухающие колебательные системы.

Ранее уже было показано, что амплитуда вынужденных колебаний зависит от частоты действия внешней силы. Показав зависимость амплитуды колебаний от длины нитей, на которых подвешены шарики, (см. учебник, стр. 105), наблюдаем, что амплитуда возрастает по мере того, как частота приложения внешней силы приближается к собственной частоте нитяного маятника.

Если $\nu = \nu_{собст}$, наблюдается наибольшая амплитуда колебаний. Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний называется ***резонансом***.

Резонанс наступает, когда частота действия внешней силы совпадает с частотой собственных колебаний в системе:

$$\nu = \nu_{собст}.$$

Запустив маятник 1, мы заставим периодически деформироваться рейку, к которой прикреплены нити других маятников. Через некоторое время мы увидим, что маятник 6 будет совершать колебания с наибольшей амплитудой, чем остальные маятники. Это объясняется тем, что $\nu_1 = \nu_6$. Система начинает резонировать.

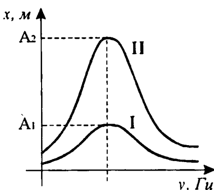


Рис. 53

С энергетической точки зрения максимальной амплитуде соответствует максимальная энергия в системе. Это значит, что при $\nu = \nu_{собст}$ внешняя сила совершает самую большую полезную работу.

График зависимости амплитуды от частоты называется ***резонансной кривой*** (рис. 53). На рисунке представлены две резонансные кривые для двух систем с одинаковыми собственными частотами.

– Почему в системах разные амплитуды при резонансе?

Понятно, что поступающая энергия в систему используется по-разному. В системе II сила трения заметно меньше, чем в системе I. Поэтому и пополнение полной энергии системы происходит по-разному.

Говоря о применении резонанса, следует сказать, что в отдельных случаях системы должны резонировать, а в других случаях этого нельзя допускать.

На принципе резонирования работает язычковый частотомер. Прикладывая небольшие усилия, раскачивают тяжелые языки колоколов.

Если частота собственных колебаний больших сооружений (мосты, телебашни) совпадает с частотой действия внешней силы, то может произойти разрушение конструкции. Такие случаи уже были в истории – разрушение моста во Франции строем солдат, шедших в ногу. В 1830 г. по той же причине обрушился подвесной мост в Англии около Манчестера. В 1906 г. из-за резонанса разрушился так называемый Египетский мост в Петербурге, по которому проходил кавалерийский эскадрон. Теперь для предотвращения подобных случаев войсковым частям при переходе через мост приказывают «сбить ногу» и идти не строевым, а вольным шагом.

При движении поезда по мосту специально выбирают такую скорость, чтобы частота ударов колес о стыки рельсов была отлична от собственной частоты моста. На заре развития авиации некоторые авиационные двигатели вызывали столь сильные резонансные колебания частей самолета, что он разваливался в воздухе.

Подводя итог, важно заметить, что явление резонанса неизбежно всегда присутствует в тех системах, где реализованы вынужденные колебания.

IV. Упражнения и вопросы для повторения:

– Что называется механическим резонансом?
– Каково условие резонанса?
– Начертите резонансные кривые для двух тел, колеблющихся с различным трением.
– Приведите примеры вредного и полезного проявления механического резонанса.

V. Решение задач

1. Крылья пчелы, летящей за нектаром, колеблются с частотой $\nu_1 = 420$ Гц, а при полете обратно (с нектаром) $\nu_2 = 300$ Гц. За нектаром пчела летит со скоростью $v_1 = 7$ м/с, а обратно $v_2 = 6$ м/с. При полете в каком направлении и на сколько больше пчела сделает взмахов крыльями (Δn), если расстояние от улья до цветочного поля $S = 500$ м?

(*Ответ*: больше при полете за нектаром; $\Delta n = 5000$.)

2. Найти массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

(*Ответ*: 4 кг.)

3. Какое значение получил ученик для ускорения свободного падения при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 1 мин. 34 колебания?

(*Ответ*: 10,1 м/с^2.)

Домашнее задание

1. §30;
2. Выполнить упражнения № 35, 37.

Урок 28
Волна. Два вида волн

Цели урока:

Познакомить учащихся с условиями возникновения волн и их видами (поперечная волна, продольная волна)

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– С какой целью и как проводились опыты с двумя маятниками, изображенными на рис. 63 учебника?
– В чем заключается явление, называемое резонансом?
– Какой из маятников, изображенных на рис. 64 учебника, колеблется в резонансе с маятником 3? По каким признакам Вы это определили?
– К каким колебаниям – свободным или вынужденным – применимо понятие резонанса?
– Приведите примеры, показывающие, что в одних случаях резонанс может быть полезным явлением, а в других – вредным.

II. Новый материал

Начать урок можно с вопроса классу:

– Что такое волна, как вы понимаете? *(Ответы учеников.)*

Колебания, которые перемещаются в пространстве с течением времени, называются ***волной***.

Самым простым видом колебаний являются волны, возникающие на поверхности жидкости, и расходящиеся из места возмущения в виде концентрических окружностей.

Проецируя на экран расходящиеся волны в демонстрационной ванне (рис. 54), учитель подчеркивает, что их перемещения по всем направлениям равноправны.

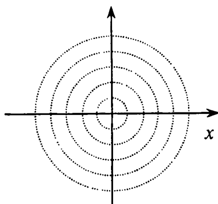


Рис. 54

Такое представление волны как чередование горбов и впадин достаточно наглядно: можно легко определить, как быстро меняется положение гребня, а, значит, оценить скорость волны.

Возникновение механической волны легко продемонстрировать на примере колебаний в гибком шнуре. Один конец шнура жестко укрепляют в точке А, а свободный конец хлыстовым движением перемещают в вертикальной плоскости. По шнуру начинает бежать упругая волна к точке А. В данном случае источником возмущения упругой среды была рука.

Важно подчеркнуть, что волна возникает лишь тогда, когда вместе со внешним возмущением появляются силы в среде, противодействующие ему. Обычно это силы упругости.

Механические волны возникают и перемещаются лишь в упругих средах. Такие среды достаточно плотные и соударение частиц в них напоминает упругое соударение шаров. Именно это позволяет частицам в волне передавать избыток энергии соседним частицам. При этом частица, передав часть энергии, возвращается в исходное положение. Этот процесс продолжается дальше. Таким образом, вещество в волне не перемещается. Частицы среды совершают колебания около своих положений равновесия.

Чем более разрежена среда, тем быстрее затухает волна в ней, и тем меньше ее скорость.

В зависимости от того, в каком направлении частицы совершают колебания по отношению к направлению перемещения волны, различают ***продольные*** и ***поперечные*** волны.

В ***продольной*** волне частицы совершают колебания в направлениях, совпадающих с перемещением волны. Такие волны возникают в результате сжатия-растяжения. Следовательно, они могут возникнуть и в газах, и в твердых телах, и в жидкостях.

В ***поперечной*** волне частицы совершают колебания в плоскостях, перпендикулярных направлению перемещения волны. Такие волны – результат деформации сдвига. Значит, эти волны могут возникать лишь в твердых телах, ибо в газах и жидкостях такой вид деформации невозможен.

При распространении волны происходит передача движения от одного участка тела к другому. С передачей движения волной связана передача энергии без переноса вещества. Энергия поступает от источника. При распространении волны происходит постепенное уменьшение амплитуды колебаний из-за превращения части механической энергии во внутреннюю.

III. Упражнения и вопросы для повторения

– Что называется волной?

– Какие волны называются поперечными?
– Какие волны называются продольными?
– В чем заключается необходимое условие возникновения волны?
– В каких средах распространяются продольные и поперечные волны?
– Происходит ли в бегущей волне перенос вещества?

Домашнее задание

1. §31, 32.
2. Экспериментальное задание:

Налейте воду в ванну и посредством ритмичных касаний воды пальцем (или линейки) создайте на ее поверхности волны. Используя разную частоту колебаний (касаясь воды один и два раза в секунду), обратите внимание на расстояние между соседними гребнями волн.

Приложение к уроку

Сейсмические волны

Сейсмическими волнами называют волны, распространяющиеся в Земле от очагов землетрясений или каких-либо мощных взрывов (от греческого слова *сейсмос*, что означает «колеблющий Землю»). Из очага землетрясения исходят волны разных типов, и каждый тип вызывает в породах свой вид колебаний.

Основные типы волн – продольные и поперечные. Продольные волны сжимают и растягивают породы, через которые проходят. Поперечные волны заставляют породу колебаться вверх и вниз, подобно шлюпке на море, и одновременно, в стороны.

Продольные волны – самые быстрые. Их скорость около 8 км/с, а скорость поперечных волн около 4,5 км/с.

Регистрацию и запись колебаний земной поверхности, вызванной сейсмическими волнами, осуществляют с помощью приборов, называемых сейсмографами.

Сейсмограф состоит из маятника и регистрирующего устройства. Во время землетрясения барабан вздрагивает, и перо вычерчивает график, называемый сейсмограммой.

Сейсмологи пытаются предсказывать, где и когда может произойти землетрясения, чтобы люди могли к нему подготовиться. Иногда землетрясение можно предотвратить, если вести в опасные места воду для освобождения сжатых плит. Также небольшой взрыв может привести плиты в движение, прежде чем успеет накопиться большое напряжение.

Вы можете смоделировать разрыв в толще породы при помощи двух банных губок. Сложите губки боковыми сторонами и представьте, что разрыв происходит по линии их соприкосновения.

Попытайтесь медленно продвинуть губки в противоположных направлениях, как будто части породы что-то тянет и толкает в разные стороны. Губки не будут гладко проскальзывать, а изогнутся, изменяя форму, а когда давление станет слишком сильным, резко сдвинутся одна по другой.

Ежегодно на земном шаре регистрируют сотни тысяч землетрясений. Подавляющее большинство из них относится к слабым, однако, время от времени наблюдаются и такие, которые нарушают целостность грунта, разрушают здания и ведут к человеческим жертвам.

Имеется две шкалы для записи землетрясений. По шкале Рихтера измеряют силу сейсмических волн. По шкале Меркалли измеряют последствия землетрясения, связанные с людскими жертвами и разрушениями построек.

Слабое землетрясение может иметь более серьезные последствия, чем даже очень мощное, если оно происходит в городе, где много зданий и где живет много людей. Противостоять разрушительным последствиям сильных землетрясений можно лишь путем строительства сейсмостойких зданий. Однако подобное строительство является достаточно дорогим и, кроме того, не всегда известно, где именно следует строить подобные дома. Предсказание землетрясения – сложнейшая задача.

Урок 29
Характеристики волнового движения

Цели урока:

Ввести понятия длины волны, скорости распространения волны, частоты; учить решать задачи по данной теме.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Что называется волнами?
– В чем заключается основное общее свойство бегущих волн любой природы?
– Что такое упругие волны?
– Какие волны называются продольными, поперечными?
– В каких средах они распространяются?

II. Новый материал

Переходя к изложению нового материала, следует заметить, что любой физический процесс всегда описывается рядом характеристик, значения которых позволяют более глубоко понимать содержание процесса. Волновые явления в упругих средах также имеют определенные характеристики.

К ним можно отнести скорость волны (v), длину волны (λ), амплитуду колебаний в волне (A), период и частоту колебаний (T, ν).

Скорость механических волн, в зависимости от вида волны и упругих свойств сред, может меняться от сотен метров в секунду до 10–12 нм/с.

Под длиной волны λ понимают то расстояние, которое проходит волна за время, равное периоду колебаний.

Совершенно очевидно, что для конкретной среды длина волны должна быть конкретной величиной:

$$\lambda = v \cdot T, \quad v = \frac{\lambda}{T}.$$

Представим графически волну как колебания, которые перемещаются в пространстве с течением времени (рис. 55). Длина волны: λ = 1000 м. Период колебаний: T = 0,4 с. Скорость волны: $v = \frac{\lambda}{T} = 2500$ м/с.

Следует заметить, что частота колебаний в волне всегда совпадает с частотой колебаний источника волны.

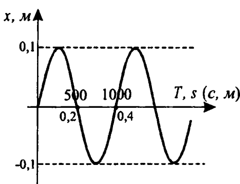


Рис. 55

При этом упругие свойства среды не сказываются на частоте колебания частиц. Лишь при переходе волны из одной среды в другую происходит изменение скорости и длины волны, а частота колебаний частиц остается по-прежнему постоянной.

– При какой частоте колебаний в вашей экспериментальной работе длина волны была больше? (*При меньшей частоте.*)

III. Упражнения и вопросы для повторения

– Что называют периодом волны? Частотой, длиной волны?
– Напишите формулу, связывающую скорость распространения волны с длиной волны и частотой или периодом.
– Как понять, что колебания происходят в одинаковых фазах, противофазах, со сдвигом фаз?

IV. Решение задач

Задача 1

Расстояние между ближайшими гребнями волны в море 20 м. С какой скоростью распространяется волна, если период колебаний частиц в волне 10 с? (*Ответ*: $v = 2$ м/с.)

Задача 2

Рыболов заметил, что за 5 с поплавок совершил на волнах 10 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1 м. Какова скорость распространения волн? (*Ответ*: $v = 2$ м/с.)

Задача 3

Частота колебаний в волне 10000 Гц, а длина волны 2 мм. Определить скорость волны.

Дано:	Решение:
$\nu = 10000$ Гц $\lambda = 2$ мм $= 2 \cdot 10^{-3}$ м	Так как $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu}$, то
$v = ?$	$v = \lambda \cdot \nu$ $v = 2 \cdot 10^{-3}$ м $\cdot$ 10000 Гц $= 20$ м/с **Ответ:** $v = 20$ м/с

Задача 4

Длина волны равна 2 м, а скорость ее распространения 400 м/с. Определить, сколько полных колебаний совершает эта волна за 0,1 с.

Дано:	Решение:
$v = 400$ м/с $\lambda = 2$ м $\Delta t = 0{,}1$ с	$\lambda = v \cdot T \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v}$
$n = ?$	Тогда: $n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{v}{\lambda} \cdot \Delta t = \frac{400\text{м/с} \cdot 0{,}1\text{с}}{2\text{м}} = 20$ **Ответ:** $n = 20$

Задача 5

Мимо неподвижного наблюдателя, стоящего на берегу озера, за 6 с прошло 4 гребня волны. Расстояние между первым и третьим гребнями равно 12 м. Определить период колебания частиц волны, скорость распространения и длину волны. (*Ответ*: λ = 6 м; T = 2 с; v = 3 м/с.)

Задача 6

Волна от катера, проходящего по озеру, дошла до берега через 1 мин., причем расстояние между соседними гребнями оказалось равным 1,5 м, а время между двумя последовательными ударами волн о берег – 2 с. Как далеко от берега проходил катер? (*Ответ*: l = 45 м.)

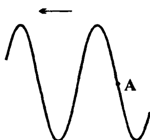


Рис. 56

Домашнее задание

1. Выучить §33;
2. Выполнить упражнение 28;
3. На рис. 56 поперечная волна движется влево. Определите направление движения точки А.

Урок 30
Источники звука. Высота, тембр, громкость звука

Цели урока:

Познакомить учащихся со звуковыми волнами как одним из видов механических волн; ввести понятия высоты, тембра и громкости звука, показать их отличие.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Что называется длиной волны?
– Какой буквой обозначается длина волны?
– За какое время колебательный процесс распространяется на расстояние, равное длине волны?
– По каким формулам можно рассчитать длину волны и скорость распространения поперечных и продольных волн.

II. Письменная проверочная работа

Вариант I

1. Происходит ли перенос вещества и энергии при распространении бегущей волны в упругой среде?

а) энергии – нет, вещества – да;
б) энергии и вещества – да;
в) *энергии – да, вещества – нет.*

2. Период колебания частиц воды равен 2 с, а расстояние между соседними гребнями волн равно 6 м. Определите скорость распространения этих волн.

а) *3 м/с*;
б) 12 м/с;
в) 1/3 м/с.

3. В чем отличие графика волнового движения от графика колебательного движения?

а) график колебательного движения изображает положение различных точек среды в один и тот же момент времени, а график волнового движения – одной и той же точки в различные моменты времени;

б) *график колебательного движения изображает положение одной и той же точки в различные моменты времени, а график волнового движения – различных точек среды в один и тот же момент времени*;

в) графики колебательного и волнового движений изображают положение одной и той же точки в различные моменты времени.

4. В каких упругих средах могут возникать поперечные волны?

а) в газообразных телах;

б) в жидкости;

в) *в твердых телах.*

5. От каких физических величин зависит частота колебаний волны?

а) от скорости распространения волны;

б) от длины волны;

в) *от частоты вибратора, возбуждающего колебания*;

г) от среды, в которой распространяются колебания.

6. От каких физических величин зависит скорость распространения волны?

а) от длины волны;

б) от частоты колебаний волны;

в) *от среды, в которой распространяется волна, и ее состояния.*

7. В одной и той же среде распространяются волны с частотой 5 Гц и 10 Гц. Какая волна распространяется с большей скоростью?

а) 5 Гц;

б) *скорости одинаковы*;

в) 10 Гц.

Вариант II

1. Расстояние между ближайшими гребнями волн равно 6 м. Скорость распространения волны 2 м/с. Какова частота ударов волн о берег?

а) 1/3 Гц;

б) *3 Гц*;

в) 12 Гц.

2. Определите наименьшее расстояние между соседними точками, находящимися в одинаковых фазах, если волны распространяются со скоростью 10 м/с, а частота колебаний равна 50 Гц.

а) 1,5 м;

б) *2 м*;

в) 1 м.

3. В каких упругих средах могут возникать продольные волны?

а) только в газах;

б) только в жидких средах;

в) *в твердых, жидких и газообразных телах.*

4. Происходит ли перенос вещества при распространении поперечной волны?

а) *нет*;

б) да;

в) только при больших скоростях распространения волны.

5. От каких физических величин зависит длина волны в одинаковых средах?

а) только от скорости распространения волны;

б) от скорости распространения волны и частоты вибратора;

в) *только от частоты вибратора*;

г) от частоты вибратора и скорости распространения волны.

6. Определите длину волны, если скорость равна 1500 м/с, а частота колебаний равна 500 Гц.

а) *3 м*;

б) 1/3 м;

в) 750000 м.

7. Две волны распространяются в одной и той же среде: первая имеет длину 5 м, вторая – 10 м. Одинаковы ли частоты вибраторов, возбуждающих эти волны?

а) частоты вибраторов равны;

б) частота первого вибратора меньше в 2 раза;

в) *частота первого вибратора больше в 2 раза*.

III. Новый материал

Перед тем, как приступить к освещению нового материала, следует сказать, что механические волны занимают очень широкий диапазон по частоте колебаний. Он условно занимает частотный спектр $0 \leq \nu_М \leq 200$ кГц.

Далее на простом примере можно показать, что один и тот же тип колебаний в определенной ситуации мы можем слышать, а в другой – нет: длинная линейка, защемленная в тисках, совершает колебания, которые мы не слышим. Стоит только укоротить линейку и возбудить в ней колебания, как мы сразу станем их слышать. При этом важно заметить, что частота колебаний возросла.

Упругие волны, которые воспринимаются человеческим слухом, называются ***звуковыми***. Раздел механики, изучающий звуковые волны, называется ***акустикой***. Ухо нормального человека устойчиво может воспринимать звуковые колебания в диапазоне частот от $\nu = 20$ Гц до $\nu = 20000$ Гц. Конечно, далеко не каждый человек может воспринимать волны с $\nu = 20$ Гц или $\nu = 20000$ Гц. В то же время человеческое ухо очень чутко реагирует на колебания внешней среды, хотя с возрастом эта чувствительность уменьшается. Для взрослого человека весь акустический диапазон недоступен и рабочим диапазоном является 50 Гц $\leq \nu_{зв} \leq 14000$ Гц.

Важность звуковых волн трудно переоценить. Общение людей основано на возможности воспринимать речь другого человека.

Любое тело, совершающее колебания с частотой 20 Гц $\leq \nu \leq 20000$ Гц, порождает возникновение звуковых волн, и называется ***источником звука***.

Среди животных, птиц и рыб существуют виды, которые воспринимают упругие волны с очень низкими и с очень высокими частотами. Самым уни-

версальным в этом смысле является дельфин, который способен воспринимать волны с частотой колебаний в диапазоне 0,4 кГц $< \nu <$ 200 кГц.

Среди источников звука есть как ***естественные*** источники, так и ***искусственные***.

Примером искусственных источников звука является камертон (учитель демонстрирует работу камертона). Он был изобретен в начале XVIII века для настройки музыкальных инструментов.

Суть образования звуковой волны камертоном заключается в том, что при ударе по одной его ветви, вторая ветвь также начинает колебаться. Для усиления звуковых волн ветви камертона часто укрепляют на резонаторном ящике, который открыт с одного торца. Стандартный камертон выдает волны с частотой 440 Гц.

Далее нужно подчеркнуть, что звуковые колебания возникают не только в твердых телах и не только от колебания твердых тел. Примером образования звуковых волн в воздухе является образование грома при грозовых разрядах. Физика данного явления заключается в том, что рядом с каналом грозового разряда воздух нагревается до очень большой температуры и его расширение приводит к образованию ударной волны. Она затем постепенно переходит в звуковые колебания.

Типичным примером источника звука является и обычная звуковая сирена. Ее работа основана на периодическом прерывании воздушного потока, проходящего через колесо с отверстиями. Частота звука такой сирены определяется по формуле:

$$\nu = n \cdot k,$$

где n – число оборотов колеса за 1 с, а k – число отверстий в колесе.

Звуковые волны являются продольными, они образуются при деформациях сжатия-растяжения в любых средах: жидкость, твердое тело, газ.

IV. Упражнения и вопросы для повторения:

- Что представляют собой звуковые волны?
- Что является источником звука?
- Какова частота воспринимаемая человеком?
- Чем определяется громкость звуковых колебаний, высота звука?
- Почему громкость, высота звука, тембр звука являются субъективными характеристиками звука?

Домашнее задание

1. Выучить §34–36;
2. Почему так ужасно скрипит мел, если мы неправильно держим его, когда пишем на доске (попробуйте)? Чем определяется частота издаваемого им звука?
3. Как действует детский телефон (два спичечных коробка с натянутой между ними ниткой)?

Приложение к уроку

Музыкальные звуки

С точки зрения физики отличаются ли музыкальные звуки от шума, и по какой причине столь несхожими могут быть музыкальные звуки между со-

бой? Чистый музыкальный звук можно получить с помощью простого прибора, называемого камертоном. Ударив молоточком по одной из ветвей камертона, мы услышим музыкальный звук. Постепенно звук ослабевает вследствие затухания колебаний ветвей. Звуковая волна возбуждается колеблющимися ветвями камертона. Характер этих колебаний можно установить, если прикрепить к ветви камертона иглу и провести ею с постоянной скоростью по поверхности закопченной стеклянной пластинки. На пластинке появится линия, очень близкая к синусоиде. Отсюда можно заключить, что колебания ветвей камертона очень близки к гармоническим.

Шум и борьба с ним

Шум отличается от музыкального тона тем, что ему не соответствует какая-либо определенная частота колебаний и, следовательно, определенная высота звука. В шуме присутствуют колебания различных частот. С развитием промышленности и современного скоростного транспорта появилась новая проблема – борьба с шумом. Возникло даже новое понятие «шумовое загрязнение» среды обитания. Шум, особенно большой интенсивности, не просто надоедает и утомляет – он может и серьезно подорвать здоровье.

С шумом борются простыми административными мерами: в городах запрещено пользоваться автомобильными сигналами, отмены полетов самолетов над городом и т.д. Борются с шумами и с помощью технических устройств. Так, все автомобили, тракторы и мотоциклы снабжены глушителями. Для выхлопных газов сооружают сложный металлический лабиринт с перегородками и отверстиями, в которых звуковая волна теряет энергию. Кто хотя бы раз слышал рев мотоцикла без глушителя, хорошо представляет себе, насколько успешно глушитель справляется со своей задачей.

Урок 30 (вариант 2)
«Подмосковные вечера»
(интегрированный урок физики и музыки)

Цели урока:

Познакомить учащихся с понятием «звук», характеристиками звука; научить различать звуки по громкости, тону, тембру; показать, как эти характеристики связаны с частотой и амплитудой колебаний; показать связь физики с музыкой.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Изучение нового материала

Звучит музыка песни «Подмосковные вечера», исполняемая учителем музыки.

Учитель физики. Здравствуйте, ребята! Сегодня тема нашего урока звучит поэтически: «Подмосковные вечера». И это не случайно. Музыкальные звуки сопровождают нас на протяжении всей нашей жизни. Силу музыки, способной сплотить воедино мечты, стремления и помыслы человека, испытал на себе каждый из нас. Окружающих нас звуков много, но интересуют нас не все, а

именно музыкальные звуки. Почему? Чем отличаются различные звуки? Что представляет собой звук? Как его можно получить? На все эти вопросы отвечает физика.

Откройте тетради и запишите тему урока, число. Запишите определение нового понятия «акустика».

Акустика – это раздел физики, занимающийся изучением звука, его свойствами, звуковыми явлениями.

Учитель музыки. Давайте посмотрим, а что же является источником звука. У вас на столах лежат музыкальные инструменты. Покажите, как они звучат, (дети исполняют несколько тактов на гитаре, домбре, бубне, треугольнике, шумовых инструментах). А вы ребята (обращается к классу) внимательно посмотрите на эти инструменты. Но источником звука может быть человеческий голос.

Ученик исполняет песню.

Учитель физики. Мы прослушали концерт, а теперь подведем итоги. Что же являлось источником звука в каждом случае?

- Голосовые связки;
- Металлические тарелочки;
- Железный треугольник;
- Струны гитары и домбры.

Учитель физики. Действительно в каждом случае источником являлось колебание: струны, мембраны, шариков, камертона. Однако не все колеблющиеся тела являются источником звука. Убедимся в этом.

Опыт 1

Зажмем упругую стальную линейку в слесарные тиски. Отведем верхний конец линейки в сторону и отпустим. Пластина колеблется, но звук мы не слышим.

***Вывод:** не всякое колеблющееся тело является источником звука.*

Опыт 2

Уменьшим длину стальной линейки, замечаем, что она начинает издавать звук, потому что колебания учащаются. Образование звука происходит тогда, когда линейка совершает 20 колебаний в 1 с. времени, называют ***частотой.***

Распространение звука можно сравнить с распространением волны в воде. Только роль брошенного в воду камня играет колеблющееся тело, а вместо поверхности воды звуковые волны распространяются в воздухе. Каждое колебание ветви камертона создаст в воздухе одно сгущение и одно разряжение. Чередование таких сгущений и разряжений и есть звуковая волна.

Опыт 3

На столе в ряд поставлены на узкие грани кости домино. Падающие вдоль ряда, они напоминают распространение звуковой волны.

Мы охотно слушаем музыку, пение птиц, приятный человеческий голос. Напротив, тарахтение телеги, визг пилы, мощные удары молота нам неприятны и нередко раздражают и утомляют.

Учитель музыки. Вспомним песни, где бы тоже говорилось о звуковых явлениях (шуме, звоне, шепоте, пении).

Дети слушают фонограмму песни, угадывают название и исполняют ее. Звучат фонограммы песен: «Подмосковные вечера», «Вечерний звон», «Позвони мне, позвони», «Одинокая гармонь» и др.

Учитель физики. Таким образом, по действию, производимому на нас, все звуки делятся на две группы: музыкальные звуки и шумы. Чем они отличаются друг от друга?

Установить различие между музыкой и шумом довольно трудно, так как- то, что может казаться музыкой для одного, может быть просто шумом для другого. Некоторые считают оперу совершенно не музыкальной, а другие на оборот, видят предел совершенства в музыке. Ржание коней или скрип нагруженного лесом вагона может быть шумом для большинства людей, но музыкой для лесопромышленника. Любящим родителям крик новорожденного ребенка может казаться музыкой, для других такие звуки представляют просто шум.

Однако большинство людей согласится с тем, что звуки, идущие от колеблющихся струн, язычков, камертона и вибрирующих голосовых связок певца, музыкальные. Но если так, то, что же существенно в возбуждение музыкального звука или тона?

Наш опыт показывает, что для музыкального звука существенно, чтобы колебания происходили через равные промежутки времени. Колебания струн, камертонов т. д. имеют такой характер; колебания поездов, вагонов с лесом и т. д. происходят через неправильные, неравномерные промежутки времени, и производимые ими звуки представляют только шум.

Учитель физики. В повседневной жизни мы имеем дело, чаще всего, со звуком, распространяющимся в воздухе. Однако он может распространяться и в других средах: в воде, земле, металлах. Скорость звука в этих средах больше скорости звука в воздухе. Вот как описывает в своем произведении «Борьба за огонь» писатель Ж. Рони – младший охоту. Как ведет себя один из охотников, когда узнает о приближении зверя?

Учитель зачитывает отрывок из произведения:

Воины из племени Уламров, запутав свои следы, спасаются от пещерного льва.

«Уламры бесшумно побежали. Рев следовал за ними по пятам, отрывистый, злобный, полный ярости и нетерпения. Люди поняли, что хищник запутался в их следах. Сердца их колотились с неистовой силой, кровь стучала в висках, словно клюв дятла, долбящего кору сухого дуба... Страшный рев снова потряс воздух.

– Большой лев переплыл реку, – шепнул Гав.

– Идите вперед! – повелительно ответил Нао.

Он остановился и, опустившись на колени, припал ухом к земле. Рев повторился.

– Большой лев все еще на том берегу, – облегченно вздохнув, сказал Нао, поднимаясь на ноги.

Действительно, рыкание постепенно становилось тише. Хищник, видимо, отказался от преследования и удалился к северу».

– Для чего Нао припал ухом к земле?
– Назовите приемники звука.

Вывод: *Звук быстрее распространяется в твердом теле (земле), чем в воздухе. Уши человека в данном случае являются приемником звука.*

Учитель физики. *Микрофон* – это прибор, преобразующий звуковые колебания в колебания электрического тока. Для наблюдения этих колебаний создан прибор *осциллограф*.

Класс наблюдает осциллограмму, учитель музыки исполняет в микрофон песню.

В физических и технических лабораториях для получения звука нужной частоты колебаний применяют специальные приборы – звуковые генераторы.

Опыт 3

Включаем генератор звуковой частоты, меняем громкость звука и частоту. Наблюдаем за кривой на экране осциллографа.

Определение: *максимальное отклонение кривой от положения равновесия называется **амплитудой колебаний**.*

Учитель физики. Музыкальные звуки издают различные музыкальные инструменты. Источники звука в них разные, поэтому музыкальные инструменты делятся на несколько групп:

1. Ударные – бубны, барабаны, ксилофоны т. д. (здесь колеблются от удара палочки или руки натянутый материал, металлические пластинки и т. д.);
2. Клавишные – пианино, клавесины (колебания струн вызывается здесь ударом по ним молоточков);
3. Духовые – флейты, горны и фанфары, кларнеты, валторны, трубы (колебания столба воздуха внутри инструмента);
4. Струнные – скрипка, гитара и т. д.

Учитель музыки сопровождает рассказ демонстрацией музыкальных инструментов.

Такое деление часто условно. Например, орган – это целая фабрика звуков. Еще в прошлом веке на нем, как на настоящей фабрике трудились рабочие. Надрываясь и обливаясь потом. Вручную качали тяжелые мехи. Только в двадцатом веке людей заменили электромоторы, а на смену мехам мощные вентиляторы. Орган по праву назывался царем оркестра. А рояль признается его королем. Арфу называют царицей, скрипку – принцессой. Но правильней оркестр считать «республикой», где каждый «гражданин» пользуется правом голоса и каждый представляет собой неповторимую индивидуальность.

Чем же отличаются друг от друга звуки разных инструментов? Для характеристики звука существуют три важных понятия:

Громкость

Громкость звука. Она определяется действием звука на орган слуха, ее трудно оценить объективно. В физике пользуется понятием, которое можно измерять – интенсивность звука, которая зависит от амплитуды колебаний и от площади тела, совершающего колебания.

Опыт 4

Наблюдение и сравнение осциллограмм звука камертона, дающий тихий и громкий звук.

Учитель физики. Обратите внимание, как меняется амплитуда колебаний.

Она увеличивается при увеличении громкости и уменьшается при уменьшении громкости. А теперь этот же опыт повторим со звуковым генератором.

Опыт 5

Уменьшаем громкость звукового генератора, амплитуда колебаний маленькая. Увеличиваем громкость, не меняя частоты, амплитуда увеличивается.

Вывод: *громкость звука определяется амплитудой колебаний.*

Хотя амплитуда колебаний источника звука может быть велика, амплитуда частиц передающей среды, воздуха, очень мала (за исключением частиц, находящихся очень близко к источнику, амплитуды которых очень близки к амплитудам самого источника). Ухо чувствительно к амплитудам колебания воздуха порядка одной миллиардной сантиметра и к еще меньшим амплитудам колебаний частиц жидкостей и твердых тел. Колебаний частиц воздуха с амплитудой в одну сотую сантиметра создают такой громкий звук, который способен нанести повреждения уху.

На практике часто звук измеряют в децибелах (дБ). Вот примеры громких различных звуков на расстоянии в несколько метров от источника звука: шелест листьев – 10 дБ, громкий разговор – 70 дБ, пылесос – 50 дБ. От звучащего музыкального инструмента волна распространяется во все стороны, и на расстоянии от него громкость звука, естественно, уменьшается. Для усиления звука служат корпусы инструментов.

Тон

Второе важное для звука понятие – высота тона. В физике она характеризуется чистотой колебаний.

Опыт 6

Демонстрация действия звукового генератора; прослушивание звуков различных частот.

Учитель физики. По внешнему виду осциллограммы мы видим, что чем больше частота, тем выше тон звучания, чем меньше частота, тем тон ниже.

Вывод: *тон определяется частотой.*

Самый низкий из слышимых человеком музыкальных звуков имеет частоту 16 колебаний в секунду. Он извлекается органом. Но принимается не часто – слишком уж басовит. Разобрать и понять его трудно.

Зато 27 колебаний в секунду – тон, вполне ясный для уха, хоть тоже редкий. Вы услышите его, нажав крайнюю клавишу рояля. (*Учитель музыки демонстрирует.*)

Следующий любопытный тон – 44 колебания в секунду, абсолютно «нижний» рекорд мужского баса, поставленным в восемнадцатом веке певцом Каспаром Феспером.

Поднимаемся дальше. Вот 80 колебаний в секунду – обыкновенная нижняя нота хорошего баса и инструментов. Удвоив число колебаний (повысив звук на октаву), приходим к тону, доступному виолончелям, альтам. Здесь отлично себя чувствуют и басы, и баритоны, и тенора, и женские контральто.

А еще октава вверх – и мы попадем в тот участок диапазона, который буквально «кишит» музыкой. Тут работают почти все голоса и музыкальные инструменты. Недаром именно в этом районе акустика закрепила всеобщий эталон высоты тона – 440 колебаний в секунду («ля» первой октавы).

Вплоть до 1000–1200 колебаний в секунду звуковой диапазон полон музыкой. Эти звуки самые слышные. Выше следуют мало населенные «этажи». Легко взбираются на них лишь скрипки, флейты да такие универсалы, как орган, рояль, арфа. И полновластными хозяйками вступают здесь звонкие сопрано.

А с 16000–20000 колебаний в секунду начинается недоступный уху человека сверхвысокий ультразвук. Профессий у него масса. Он сверлит камень, счищает ржавчину, измельчает материалы, стирает белье, измеряет глубину рек и морей, лучше рентгена просвечивает тело. И все это делает молча.

Учитель музыки. Звук одинаковой частоты и громкости на различных инструментах звучит различно. Одна и та же нота, взятая разными певцами, звучит иначе. В мире создано много скрипок, и все они звучат по-разному. Особенно красивые звуки издают скрипки итальянских мастеров Страдивари и Гварнери. Эти скрипки не превзойдены по окраске звучания. Качество звука, связанное с «окраской», получило название – тембр. Запишите в тетрадях третью характеристику звука.

Учитель физики. Получить чистый звук со строго определенной частотой колебаний, даже при полном отсутствии посторонних шумов, очень трудно, и вот почему. Любое колеблющееся тело издает не только один основной звук. Его постоянно сопровождают звуки других частот. Эти «спутники» всегда выше основного звука и называются, поэтому обертонами, т. е. верхними тонами. Однако не стоит огорчаться существованием этих «спутников». Именно они – то и помогают нам определить звук одного инструмента от другого и голоса различных людей, если даже они равны по высоте. Каждому звуку обертоны предают своеобразную окраску, или, как говорят, тембр. И если основной звук сопровождается близкими ему по высоте обертонами, то сам звук кажется нам мягким, «бархатным». Когда же обертоны значительно выше основного тона, мы говорим о неприятном «металлическом» голосе или звуке.

Множеством различных тембров обладает орган. (Учитель музыки показывает фотографию органа.) Диапазон органа превышает диапазон всех инструментов оркестра, вместе взятых. В современных органах он простирается от «до» субконтролоктавы до «до» шестой, а иногда и до седьмой октавы. Орган Домского собора в Риге имеет 127 регистров, 4 мануала, 6768 труб; длинна его самой большой трубы – 10 м, самой маленькой – 13 мм.

И когда слушаешь большой орган, невольно встают в памяти прекрасные стихи Бориса Пастернака:

Орган отливал серебром,
Немой, как в руках ювелира,
А издали слышался гром,
Катившийся из – за полмира.
Покоилась люстр тишина,
И в зареве их бездыханном
Играл не орган, а стена,
Украшенная органом.
Ворочая балки, как слон,
И, освобождаясь от бревен,
Хорал выходил, как Самсон,
Из кладки, где был замурован.

III. Закрепление. Итоги урока

Учитель физики. Сегодня на уроке мы познакомились с понятием звука, его характеристиками.

– Что же может быть источником звука?

– Какие характеристики звука вы узнали?

– Какие физические величины определяют эти характеристики?

Учитель выставляет оценки за урок, комментируя их.

Домашнее задание

§§ 37, 38; упражнения 31, 32 (1, 2).

Урок 31
Распространение звука. Скорость звука

Цели урока:

Доказать, что звук распространяется в твердых, жидких и газообразных телах. Научить вычислять скорость звука.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Каким общим свойством обладают все источники звука?
- Механические колебания каких частот называются звуковыми и почему?
- Какие колебания называются ультразвуковыми, инфразвуковыми?
- От чего зависит высота звука?
- Что такое основной тон и обертоны?
- Что такое тембр звука?
- Чем определяется высота звука?
- Чем определяется тембр звука?
- Как изменится громкость звука, если уменьшить амплитуду колебаний его источника?
- От чего зависит громкость звука?
- Как отражается на здоровье человека систематическое действие громких звуков?

II. Письменная проверочная работа

Вариант I

1. В каких направлениях совершаются колебания в продольной волне?

а) во всех направлениях;

б) *только по направлению распространения волны*;

в) только перпендикулярно распространению волны;

г) по направлению распространения волны и перпендикулярно этому направлению.

2. От чего зависит громкость звука?

а) от частоты колебаний;

б) *от амплитуды колебаний*;

в) от частоты и амплитуды;

г) не зависит ни от частоты, ни от амплитуды.

3. Динамик подключен к выходу звукового генератора электрических колебаний. Частота колебаний 170 Гц. Определите длину звуковой волны, зная, что скорость звуковой волны в воздухе 340 м/с?

а) 0,5 м;

б) 1 м;

в) *2 м*;

г) 57800 м.

4. Как зависит амплитуда вынужденных колебаний от частоты при постоянной амплитуде колебаний вынуждающей силы?

а) не зависит от частоты;

б) непрерывно возрастает с увеличением частоты;

в) непрерывно убывает с увеличением частоты;

г) *сначала возникает, достигает максимума, а потом убывает.*

5. Камертон, прикрепленный к резонансному ящику, ударили резиновым молоточком. К камертону поднесли по очереди два других камертона. Второй камертон в точности такой же, как и первый. Третий – настроен на меньшую частоту. Какой из камертонов начнет звучать с большей амплитудой?

а) *второй*;

б) третий;

в) оба камертона;

г) ни один из них.

Вариант II

1. В каких направлениях совершаются колебания в поперечной волне?

а) во всех направлениях;

б) только по направлению распространения волны;

в) *только перпендикулярно распространению волны*;

г) по направлению распространения волны и перпендикулярно этому направлению.

2. Чем определяется высота звука?

а) *частотой колебаний*;

б) амплитудой колебаний;

в) частотой и амплитудой;

г) ни частотой, ни от амплитудой.

3. Динамик подключен к выходу звукового генератора электрических колебаний. Частота колебаний 680 Гц. Определите длину звуковой волны, зная что скорость звуковой волны в воздухе 340 м/с?

а) *0,5 м*;

б) 1 м;

в) 2 м;

г) 231200 м.

4. Как зависит амплитуда вынужденных колебаний от частоты при постоянной амплитуде колебаний вынуждающей силы?

а) непрерывно возрастает с увеличением частоты;

б) непрерывно убывает с увеличением частоты;

в) *сначала возрастает, достигает максимума, затем убывает*;

г) сначала убывает, достигает минимума, затем возрастает.

5. Камертон, прикрепленный к резонансному ящику, ударили резиновым молоточком. К камертону поднесли по очереди два других камертона. Второй камертон в точности такой же, как и первый. Третий – настроен на большую частоту. Какой из камертонов начнет звучать с большей амплитудой?

а) *второй*;

б) третий;

в) оба камертона;

г) ни один из них.

III. Новый материал

Эксперимент

В стеклянный колокол помещают электрический звонок и выкачивают воздух. Звук становится все слабее и слабее и, наконец, прекращается.

– Почему так происходит? (*Для распространения звука необходима упругая среда. В вакууме звуковые волны распространяться не могут.*)
– А как же обстоят «дела» в газах, жидкостях и твердых телах?

В воздухе скорость звука впервые была измерена в 1636 г. французом М. Марсенном. При температуре 20°С она составила 343 м/с. Для примера, начальная скорость пули из пулемета Калашникова 825 м/с, что превышает скорость звука в воздухе. Пуля обгоняет звук выстрела и достигает своей жертвы до того, как приходит звук.

Скорость звука зависит от температуры среды: с увеличением температуры воздуха она возрастает. В разных газах скорость звука различна: чем больше масса молекул газа, тем меньше скорость в нем (в водороде – 1284 м/с, а в кислороде – 316 м/с).

В жидкостях скорость звука, как правило, больше скорости звука в газах. 1826 г. Ж. Каллад и Я. Штурм впервые измерили скорость звука в воде на Женевском озере в Швейцарии. При температуре 8°С она оказалась равна 1440 м/с. Скорость звука в твердых телах больше, чем в жидкостях и газах. Если приложить ухо к рельсу, то после удара по другому концу рельса можно услышать два звука. Один из них достиг уха по рельсу, другой по воздуху.

Хорошо проводит звук земля, поэтому в старые времена при осаде в крепостных стенах помещали «слухачей», которые по звуку, передаваемому землей, могли определить, ведет ли враг подкоп к стенам или нет.

Твердые тела хорошо проводят звук. Благодаря этому люди, потерявшие слух, иной раз способны танцевать под музыку, которая доходит до их слуховых нервов не через воздух и наружное ухо, а через пол и кости.

IV. Вопросы на закрепление

– Почему во время грозы сначала видим молнию и лишь потом слышим гром?
– От чего зависит скорость звука в газах?
– Почему человек, стоящий на берегу реки, не слышит звуков, возникающих под водой?
– Почему «слухачами», которые в древние времена следили за земляными работами противника, часто были слепые люди?

Домашнее задание

1. Выучить §37, 38;
2. Упражнения 31, 32 (1, 2).

Урок 32
Отражение звука. Эхо

Цели урока:

Сформировать понятие отражения звука; показать, какие условия необходимы для существования эха.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Может ли звук распространяться в газах, жидкостях, твердых телах? Ответы подтвердите примерами.
– Какие тела лучше проводят звук: упругие или пористые?
– Каким образом обеспечивается звукоизоляция помещений?
– Какую волну – продольную или поперечную представляет собой звук, распространяющийся в воздухе? В воде?
– Зависит ли скорость звука от того, в какой среде он распространяется?

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Какие колебания называются ультразвуковыми?

а) *механические колебания, частоты которых выше 20000 Гц*;
б) механические колебания с частотой выше 16 Гц;
в) механические колебания, частоты которых лежат в пределах от 16 до 20000 Гц.

2. Могут ли звуковые волны распространяться в безвоздушном пространстве?

а) могут, например, звук выстрела в безвоздушном пространстве;
б) *не могут: звуковые волны распространяются только в веществе*;
в) могут, если звуковые волны поперечные.

3. От каких величин зависит высота тона?

а) от амплитуды;
б) *от частоты*;
в) от громкости;
г) от скорости распространения звука.

4. Как распространяется звук в однородной среде?

а) звук распространяется прямолинейно с постоянной скоростью в одном направлении;
б) звук распространяется по всем направлениям, скорость уменьшается с расстоянием;
в) *звук распространяется прямолинейно и с постоянной скоростью во всех направлениях.*

5. Какая характеристика звука является объективной?

а) громкость;
б) *спектр звука, звуковое давление, сила звука*;
в) только громкость, высота звука, тембр.

6. От чего зависит скорость звука в воздухе?

а) от громкости звука;

б) от высота звука;
в) *от температуры*;
г) от скорости движения источника звука.

Вариант II

1. От чего зависит высота звука?
а) от амплитуды колебаний;
б) от длины волны;
в) *от частоты колебаний источника звука.*

2. Чему равна длина звуковой волны в воде, если ее скорость равна 1480 м/с, а частота 740 Гц?
а) 0,5 м;
б) *2 м*;
в) 4 м.

3. Частота звука увеличилась в 2 раза. Как изменится скорость звука в одной и той же среде?
а) увеличится в 2 раза;
б) уменьшится в 2 раза;
в) *останется неизменной.*

4. Могут ли звуковые волны распространяться в безвоздушном пространстве?
а) могут, если волна поперечна;
б) могут, если волна продольна;
в) *не могут, т.к. они распространяются только среде.*

5. Что такое инфразвук?
а) *колебания ниже 16 Гц*;
б) колебания выше 16 Гц;
в) колебания выше 20000 Гц.

6. Поперечные упругие волны возможны:
а) *только в твердых телах*;
б) только в газах;
в) в газах, твердых телах и жидкостях.

III. Новый материал

Звуковая волна, распространяясь в некоторой среде, рано или поздно доходит до границы этой среды, а за ней начинается другая среда, состоящая из других частиц, в которой и скорость звука другая. На такой границе происходит явление отражения звуковой волны. Отражение происходит потому, что колебания, принесенные волной к границе, передаются частицам второй среды, и они становятся сами источником новой звуковой волны. Эта вторичная волна распространяется не только во второй среде, но и в первой, откуда пришла первичная волна. Это и есть отраженная волна. С явлением отражения звука связано такое явление как эхо. Оно состоит в том, что звук от источника доходит до какого-то препятствия, отражается от него и возвращается к месту, где он возник. И если первичный звук и звук отраженный доходят не одновременно, то он слышит звук дважды.

В комнате первичный звук и отраженный доходит одновременно. Кроме того шторы и мебель частично поглощают отраженный звук, поэтому звуки не искажаются эхом и звучат четко и разборчиво.

Но в больших залах звуки речи отражаются от стен, потолков, воспринимаются как отдельные. В результате этого каждый слог растягивается, и речь становится малоразборчивой. Для улучшения звуковых свойств больших залов и аудиторий их стены часто облицовывают звукопоглощающими материалами.

IV. Вопросы на закрепление

– Что такое эхо?
– Чем должны различаться две среды, чтобы на их границе происходило отражение звука?
– Почему эхо не возникает в маленькой, заполненной мебелью комнате, но возникает в большом полупустом зале.
– Как можно улучшить звуковые свойства большого зала?

V. Решение задач

Задача 1

Какое утверждение верно?

- всякое звучащее тело колеблется;
- всякое колеблющееся тело звучит.

(*Ответ*: Верно первое утверждение, т.к. ухо человека воспринимает в видс звука колебания определенных частот – от 16 Гц до 20000 Гц. Остальные колебания не являются звуковыми, поэтому не всякое колеблющееся тело звучит.)

Задача 2

Судья соревнований по ходьбе стоит на финише. Когда он должен пустить в ход свой секундомер: когда увидит дым стартового пистолета или услышит выстрел?

(*Ответ*: Известно, что скорость света равна 300000 км/с, а скорость звука в воздухе 340 м/с. Скорость света значительно больше скорости звука. Поэтому судья должен включить свой секундомер, когда увидит дым стартового пистолета.)

Задача 3

Может ли возникнуть эхо в степи?

(*Ответ*: Эхо – это звуковая волна, отраженная какой-либо преградой и возвращающаяся туда, откуда начала распространяться. Для возникновения эха должно быть препятствие, от которого могла отразиться звуковая волна. В степи нет предметов, от которых мог бы отражаться звук, поэтому эхо не возникает.)

Задача 4

Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он прошел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв? (*Ответ*: $S = 20{,}2$ км.)

Задача 5

На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал был принят обратно через 3 с? Скорость звука в воде 1500 м/с. (*Ответ*: $S = 2{,}25$ км.)

Задача 6

Длина волны в воздухе 17 см (при скорости 340 м/с). Найти скорость распространения звука в теле, в котором при этой же частоте колебаний длина волны равна 1,02 м. (*Ответ*: $v_т = 2040$ м/с.)

Домашнее задание

1. Выучить §39;
2. Задачи из предложенных по выбору учителя.

Урок 33
Игра «Что? Где? Когда?»
(обобщающий урок по теме «Колебаний и волны»)

Цели урока:

Обобщить, систематизировать знания по теме «Колебания и волны», совершенствовать навыки решения задач различного типа, расширить кругозор учащихся.

Оборудование:

Песочные часы, волчок, билетики с номерами, конверты с вопросами, лабораторное оборудование для демонстрации опытов, игровой стол, столы для зрителей.

Подготовка к уроку:

Перед началом урока-игры оглашаются правила. Назначаются капитаны команд. Капитаны на листочках пишут список членов своей команды и проставляют любое двухзначное чисто. Команда, обозначившая наименьшее число, начинает игру. Вопросы составляет сам учитель или совместно с активом старших учащихся. Каждый вопрос должен начинаться с одного из слов названия игры (что, где, когда, почему) и быть интересным. На все вопросы у ведущего заранее должны быть правильные ответы.

Ход игры

Условия игры

- На обдумывание вопроса дается 1 мин.
- Если команда, посовещавшись, дает правильный ответ, то каждый ее участник получает одно очко, а отвечавший – очко со знаком «+» (плюс означает учет ответа);
- Если команда не смогла ответить на вопрос, то на него отвечает любой зритель, получая за это тоже очко со знаком «+»;
- Высказываться могут все желающие, единственное условие – не повторяться;
- Если и команда и зрители не ответили на вопрос, он снимается, и ведущий зачитывает правильный ответ;
- Если команда не дала верный ответ на предложенный ей вопрос, она освобождает игровой стол;
- Команда, правильно отвечающая на вопросы, может давать подряд ответы не более чем на 5 вопросов;
- Во время ответа никто не имеет права добавлять или исправлять говорящего. Уточнить вопрос и ответ может только ведущий;
- Желающие дополнить ответ, высказать что-то по ходу игры обязаны поднять руку;

- За оригинальные дополнения ведущий может дать говорившему поощрительное очко со знаком «+»;
- За подсказки, разговоры, передачу подсказок жестами, записками участники игры (в том числе и зрители) подвергаются штрафу. У них вычитают одно очко;
- В конце игры участники, набравшие 6 и более очков, получают две пятерки, 5 очков – оценку «5», 4 очка – «4». Право на оценку в журнале дают только очки со знаком «+», свидетельствующие о самостоятельном полном и правильном ответе;
- Ведущим может быть любой ученик этого или другого класса, либо учитель;
- Во время игры можно пользоваться справочной литературой и учебником.

Возможные вопросы

1. Почему при закрытых дверях и окне шум с улицы или из коридора в комнате менее слышен? Воздух значительно хуже проводит звук, чем дерево или стекло.

(*Закрытые двери и окно заглушают звуки потому, что значительная часть звуковых волн, падающих на их поверхность, отражается назад и количество энергии, попадающей в комнату, значительно уменьшается.*)

2. Возьмем прочную бечевку (60 см) и привяжем к ней в середине металлическую ложку, концы бечевки привяжем к указательным пальцам. (Оба конца имеют одинаковую длину.) Заткнув уши пальцами, и наклонившись вперед, чтобы ложка свободно повисла и столкнулась с краем стола. Послышится звук, напоминающий колокольный звон.

(*Ударяясь о стол, металл начинает колебаться. Эти колебания по бечевке передаются ушам. Мы слышим, благодаря тому, что наши уши воспринимают различные колебания. Чтобы издавать звук, предмет должен колебаться. Колебания от него передаются воздуху и распространяются в нем. Колеблющиеся молекулы воздуха ударяются о барабанную перепонку, из-за чего она тоже колеблется. Эти колебания идут дальше через костную ткань и жидкость в ухе, пока не доходят до слухового нерва, а он посылает сигнал в мозг.*)

3. Почему тонкий бокал, наполненный жидкостью «поет», если мокрой подушечкой указательного пальца водить по его торцу?

(*При движении пальца по бокалу кожа то зацепляется за стекло, то проскальзывает по его поверхности. При этом возникают упругие деформации стакана, сопровождаемые звуком. А т.к. бокал – твердое тело, имеющее полость, то он является резонатором, усиливающим звук. Высота звука зависит от размеров резонатора.*)

4. Когда мы держим стакан в руке и размешиваем чай в нем ложкой, то слышим звук. Затем, поставив стакан на стол и продолжая помешивать чай, слышим другой звук.

(*Звуковые колебания стакана передались столу.*)

5. Когда гроза, как можно определить на каком расстоянии находится эпицентр грозы?

(*Увидев вспышку молнии, необходимо по часам засечь время, а потом по*

часам же определить момент, когда слышны раскаты грома. Зная, что молния и гром происходят одновременно, что свет распространяется очень быстро, скорость звука в воздухе при 20° С примерно 343 м/с и время, за которое до него дошел звук грома, можно рассчитать путь, пройденный звуком. Он равен расстоянию до эпицентра грозы.)

6. Почему трубы отопления так хорошо передают звук?

(*Причин – две. Во-первых, трубы твердые металлические тела; звук в таких средах распространяется с большой скоростью:*

Скорость звука в стали равна 5000–6100 м/с, а в воздухе – 340 м/с.

Во-вторых, в металле звук – а это продольные волны – затухает слабо.)

7. Что произойдет, если, переключая проигрыватель, менять скорость вращения пластинки?

(*Проигрыватель будет издавать то нормальные, то визгливые звуки. Т.к. при изменении частоты вращения пластинки увеличиваются или уменьшаются частоты колебаний иглы и создаваемых иглой звуковых колебаний. Известно, что высота звука зависит от частоты колебаний.*)

8. Почему кричат?

(*Четкость восприятия произнесенной речи обеспечивает попадание в ухо всего пакета произведенных звуковых колебаний. Распространяясь по воздуху, звуковые волны передают часть своей энергии окружающей среде и поэтому затухают: их амплитуда уменьшается, нарушается и периодичность. Кроме того, в среде происходит и дисперсия звука: появляется зависимость скорости распространения волн от их частоты. В результате всего этого в ухо поступает пакет колебаний, отличающийся от испущенного, т.е. весьма искаженный. И чем дальше приемник звука находится от источника, тем больше это искажение.*)

9. Что вы слышите и почему, если на газету насыпать небольшую горку сухого песка и начать катать по нему тяжелую цилиндрическую гирьку?

(*Песок поскрипывает. Песчинки имеют неправильную форму, и при трении гирьки о шероховатую поверхность возникает звук; кроме того, под действием приложенной силы некоторые из них разрушаются, тоже издавая звук.*)

10. Что произойдет, если пуговицу, через дырки которой продета резинка, прикрепленная к кусочку изогнутой проволоки, завернуть в бумагу?

(*При вращении пуговица задевает своими краями за плотную бумагу кулька, та начинает колебаться, издавая звук. Для увеличения громкости нужно увеличить амплитуду колебаний бумаги, например, сделав на боковой поверхности пуговицы зубчики.*)

Подведение итогов

Подводятся итоги игры, выставляются оценки.

Заключительное слово учителя

Большое спасибо, уважаемые коллеги, за совместную работу. Очень надеюсь, что это не последняя наша игра, мы еще не раз встретимся с вами за круглым столом, т.к. жажда новых познаний как «великий океан истины» попрежнему расстилается перед вами не исследованный до конца.

Урок 34
Контрольная работа по теме «Механические колебания и волны»

Цели урока:

Выяснить знания учащихся по теме «Механические колебания и волны».

Ход урока

Вариант I

Задача 1

Ухо человека наиболее чувствительно к частоте 355 Гц. Определите для этой частоты длину звуковой волны в воздухе при температуре 20° С. Скорость звука в воздухе 355 м/с. (*Ответ*: λ = 1 м.)

Задача 2

Определите ускорение свободного падения на поверхности планеты Марс при условии, что там математический маятник длиной 0,4 м совершил бы 20 колебаний за 40 с. (*Ответ*: g = 4 м/с^2.)

Задача 3

Какой жесткости следует взять пружину, чтобы груз массой 0,1 кг совершал свободные колебания с периодом 0,3 с? (*Ответ*: k = 44 Н/м.)

Задача 4

За какой промежуток времени распространяется звуковая волна в воде на расстояние 29 км, если ее длина равна 7,25 м, а частота колебаний 200 Гц? (*Ответ*: t = 20 с.)

Вариант II

Задача 1

Звуковая волна распространяется в стали со скоростью 5000 м/с. Определить частоту этой волны, если ее длина 6,16 м. (*Ответ*: ν = 812 Гц.)

Задача 2

Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на Луне 1,6 м/с^2. (*Ответ*: l = 0,16 м.)

Задача 3

Определить промежуток времени, в течение которого тело массой 3,6 кг совершит 20 колебаний на пружине жесткостью 10 Н/м. (*Ответ*: t = 75,36 с.)

Задача 4

Волна от парохода, плывущего по озеру, дошла до берега через 1 минуту. Расстояние между двумя соседними «горбами» волны оказалось равным 1,5 м, а время между двумя последовательными ударами о берег 2 с. Как далеко от берега проходил пароход? (*Ответ*: 45 м.)

Глава III
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Урок 35
Магнитное поле и его графическое изображение

Цели урока:

Дать учащимся представление о магнитном поле.

Демонстрации:

Демонстрация опыта Эрстеда, движение проводника с током в магнитном поле. Демонстрация силовых линий магнитного поля постоянного магнита, магнитного поля прямого тока.

Ход урока

I. Анализ контрольной работы. Работа над ошибками

II. Новый материал

История магнита насчитывает свыше двух с половиной тысяч лет. В VI в. до н. э. древнекитайские ученые обнаружили минерал, способный притягивать к себе железные предметы.

В древние времена свойства магнита пытались объяснить приписыванием ему «живой души». Магнит, по представлениям древних людей, «устремлялся к железу по той же причине, что и собака к куску мяса».

Теперь мы знаем: вокруг любого магнита существует магнитное поле.

В 1820 г. Эрстед обнаружил, что магнитное поле порождается электрическим током.

Опыт Эрстеда

Учитель демонстрирует движение проводника с током в магнитной поле.

В 1820 г. Ампер предположил, что магнитные свойства постоянных магнитов обусловлены множеством круговых токов, циркулирующих внутри молекул этих тел.

Свойства магнитного поля

- Магнитное поле порождается только движущимися зарядами, в частности электрическим током.

- В отличие от электрического поля магнитное поле обнаруживается по его действию на движущиеся заряды (движущиеся заряженные тела).
- Магнитное поле, как и электрическое поле, материально, т.к. оно действует на тела, и следовательно, обладает энергией.
- Магнитное поле обнаруживается по действию на магнитную стрелку.

Для графического изображения магнитного поля используют ***магнитные силовые линии***. Магнитные силовые линии всегда являются замкнутыми.

Эксперимент

Поместите магнит под листом картона или плотной бумаги и рассыпьте на бумагу железные опилки.

Видно, что в некоторых местах опилки располагаются гуще – там поле сильнее. Там где опилки ложатся реже, поле слабее.

По такой картине на бумаге можно судить не только о величине, но и о направлении магнитного поля.

Силовые линии магнитного поля прямолинейного тока представляют собой окружности, охватывающие этот ток.

Далее учащиеся самостоятельно изучают §44.

III. Вопросы на закрепление

- Какое магнитное поле – однородное или неоднородное – образуется вокруг плоского магнита? Вокруг прямолинейного проводника с током? Внутри соленоида, длина которого значительно больше диаметра?
- Что можно сказать о модуле и направлении силы, действующей на магнитную стрелку в различных точках неоднородного магнитного поля? Однородного магнитного поля?
- Сравните картины расположения линий в неоднородном и однородном магнитных полях.
- Как изображают линии магнитного поля, направленные перпендикулярно к плоскости чертежа?

Домашнее задание

1. §43, 44;
2. Выполнить упражнение 34;
3. Попробуйте ответить на вопрос: как изменится период колебаний математического маятника с железным шариком, если под ним поместить сильный магнит? (*Ответ*: уменьшится.)

Урок 36
Направление тока и направление линий его магнитного поля. Сила Ампера

Цели урока:

Дать учащимся представление о силе Ампера, о законе Ампера. Изучить и научиться применять правило левой руки.

Ход урока

I. Проверочная самостоятельная работа

1. Постоянный магнит притягивает...
а) одноименный полюс второго магнита;
б) любые металлические предметы;
в) *некоторые железосодержащие сплавы*;
г) любые железосодержащие сплавы.

2. Магнитом можно назвать...
а) железный брусок, который отталкивается от другого железного бруска;
б) стержень, который определенным образом ориентируется в пространстве;
в) *брусок, который придает стальной игле при трении способность притягивать мелкие железные предметы и поворачиваться в определенном направлении, если иглу положить на плавающий в воде легкий диск*;
г) железный брусок, притягивающийся к земле.

3. Линии магнитного – поля это...
а) линии, совпадающие с формой магнита;
б) линии, по которым движется положительный заряд, попадая в магнитное поле;
в) маркировочные штрихи на стрежневом магните, число которых указывает на силу магнита;
г) *воображаемые линии, в каждой точке которых вектор магнитной индукции направлен по касательной.*

4. Линии магнитного поля в пространстве вне постоянного магнита...
а) начинаются на северном полюсе магнита, заканчиваются на бесконечности;
б) *начинаются на северном полюсе магнита, заканчиваются на южном*;
в) начинаются на южном полюсе магнита, заканчиваются на бесконечности;
г) начинаются на южном полюсе магнита, заканчиваются на северном.

5. Конфигурация линий магнитного поля соленоида (прямая катушка с током) сходна с картиной силовых линий...
а) *полосового магнита*;
б) подковообразного магнита;
в) двух параллельных полосовых магнитов с противоположно направленными полюсами;
г) прямого провода с током.

6. Электромагнит может намагнитить...
а) любые металлы;
б) только железосодержащие материалы;
в) любые железосодержащие материалы;
г) *некоторые железосодержащие материалы.*

7. Железный гвоздь притягивался к катушке с током с силой F. После введения в катушку металлического стержня сила притяжения гвоздя стала $F_1 < F$. Материал стержня...
а) ферромагнетик;
б) парамагнетик;

в) *диамагнетик*;

г) либо ферромагнетик, либо парамагнетик.

II. Новый материал

Эксперимент

Расположим небольшие магнитные стрелки вокруг проводника и включим ток. Магнитное поле действует на стрелки с некоторой силой. При этом стрелки поворачиваются на 180°. Значит, магнитное поле в каждой точке имеет определенную величину и направление и связано с направлением тока в проводнике.

Эта связь может быть выражена простым правилом, которое называют «правилом буравчика». Для определения направления линий магнитного поля, соленоида удобнее пользоваться другим правилом. Иногда его называют «правилом правой руки».

Задача 1

Как расположены магнитные полюсы соленоида, подключенного к источнику тока (см. рис. 57 а)?

Решение: Вспомним, что за положительное направление тока принято направление от положительного полюса источника к отрицательному. Покажем направление тока на чертеже (рис. 57 б).

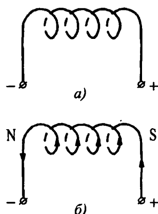


Рис. 57

Направление вектора магнитной индукции, а следовательно, и магнитного полюса соленоида можно определить по правилу буравчика: если ввинчивать в соленоид буравчик так, чтобы вращение ручки буравчика совпадало с направлением тока в соленоиде, тогда поступательное движение буравчика будет совпадать с направлением вектора магнитной индукции. Видно, что вектор магнитной индукции направлен справа налево, т.е. буравчик ввинчивают в этом направлении. Учитывая, что за направление вектора B принимается направление от южного полюса S к северному полюсу N, то слева – северный полюс соленоида, справа – южный.

Задача 2

В каком направлении должен протекать ток в соленоиде, чтобы наблюдалась такая ориентация магнитной стрелки в магнитном поле соленоида, как представлено на рис. 58 а)?

Решение: Т.к. разноименные полюсы магниты притягиваются, то определим магнитные полюсы соленоида: слева – южный S, справа – северный N (рис. 58 б). Направление вектора магнитной индукции – от южного полюса S к северному N. Применяя правило буравчика, получаем направление тока в соленоиде (буравчик в данном случае «вывинчивается» из соленоида).

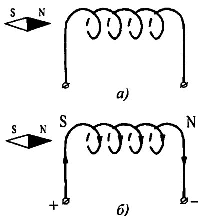


Рис. 58

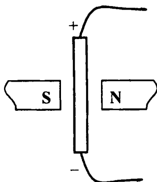


Рис. 59

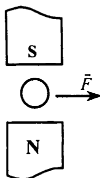


Рис. 60

На всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле и не совпадающий с его магнитными линиями, это поле действует с некоторой силой.

Далее учитель демонстрирует опыт, описанный в учебнике на стр. 149.

Из опыта следует, что направление тока в проводнике, направление линий магнитного поля и направление силы, действующей на проводник, связаны между собой. Это правило называют правилом левой руки. Пользуясь этим правилом, можно определить не только направление силы, действующей в магнитном поле на проводник с током, но и направление тока. Если направление тока совпадают с направлением магнитного поля или параллельны ей, то сила равна нулю.

Задача 3

В однородное магнитное поле внесен проводник с током (см. рис. 59). Определите направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Задача 4

Определите направление тока в проводнике, находящегося в магнитном поле, если действующая на проводник сила имеет направление, указанное на рис. 60.

Домашнее задание

1. Выучить §46, 45;
2. Выполнить упражнения 35 (1–3) и 36 (2–3);

3*. Ответить на вопросы:

а) Через соленоид протекал ток I. Посредством реостата его сильно уменьшили, вследствие чего магнитное поле соленоида практически исчезло. Куда исчезла энергия?

б) Когда нет перемещения тела, то нет и механической работы. На что же расходуется энергия, подводимая к электромагниту, когда он «держит» груз?

Урок 37
Индукция магнитного поля

Цель урока:

Ввести понятие индукции магнитного поля.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Чем обусловлено существование магнитного поля?
– Какая связь существует между электрическим током и магнитным полем?
– Каков механизм магнитного взаимодействия?
– Что такое однородное поле?
– Что называется силовой линией магнитного поля?

На рис. 61 представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля с током. Сформулируйте задачу для каждого из приведенных случаев и решите ее.

II. Кратковременная лабораторная работа

Оборудование:

Источник тока, магнитная стрелка, лампа накаливания, ключ, провода, компас, экран, соленоид.

Порядок выполнения:

1. Соберите электрическую цепь.
2. Один из соединительных проводов расположите над магнитной стрелкой в направлении север-юг. Замкните цепь. Понаблюдайте за поведением стрелки.
3. Разомкните цепь. Что произошло со стрелкой?
4. Измените направление тока в проводнике. Каково поведение стрелки?

Контрольные вопросы:

– Как можно объяснить отклонение магнитной стрелки около проводника с током?
– Какая существует связь между электрическим током и магнитным полем?
– Можно ли другим способом обнаружить магнитное поле тока?

III. Новый материал

Многие, наверное, заметили, что одни магниты создают в пространстве более сильные поля, чем другие. Опыты по изучению взаимодействия парал-

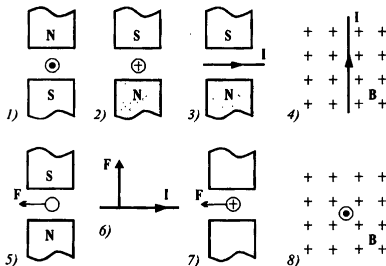


Рис. 61

лельных токов свидетельствуют о том, что сила, с которой магнитное поле одного тока действует на другой ток, пропорциональна произведению сил токов ($F \sim I_1 I_2$) и обратно пропорциональна расстоянию между ними ($F \sim 1/R$).

Необходимо ввести специальную величину, с помощью которой можно было бы характеризовать магнитное поле. Эта величина получила название ***магнитной индукции*** и обозначается буквой $\vec{B}$. Модуль магнитной индукции

$$B = \frac{F}{I \cdot l}.$$

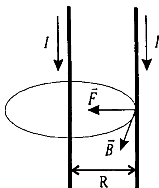


Рис. 62

Магнитная индукция – векторная величина. Однако ее направление не совпадает с направлением силы, с которой магнитное поле действует на ток. Направление магнитной индукции выбрано перпендикулярно направлению тока и направлению силы, с которой поле действует на ток (рис. 62).

Таким образом, магнитная индукция поля - это векторная величина, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля.

Магнитная индукция измеряется в Теслах:

$$1\ \text{Тл} = 1\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}.$$

Магнитное поле называется однородным, если во всех его точках магнитная индукция $\vec{B}$ одинакова. В противном случае поле называют неоднородным.

Чем больше магнитная индукция в данной точке поля, тем с большей силой будет действовать поле в этой точке на магнитную стрелку или движущийся заряд.

IV. Вопросы на закрепление

- Что называется магнитным полем? Каковы его основные свойства?
- Как взаимодействуют между собой параллельные токи? Чем вызывается их взаимодействие?
- Перечислите правила, определяющие направление магнитного поля (линий магнитной индукции)? Поясните, как пользоваться каждым из правил.
- Как определяют модуль вектора магнитной индукции? Какой формулой его выражают?
- Что называется линиями магнитной индукции?

V. Решение задач

Задача 1

По проводнику длиной 45 см протекает ток силой 20 А. Чему равна индукция магнитного поля, в которое помещен проводник, если на проводник действует сила 9 мН? (*Ответ*: $B = 1$ мТл.)

Задача 2

Определите модуль силы, действующей на проводник длиной 20 см при силе тока 10 А в магнитном поле с индукцией 0,13 Тл. (*Ответ*: $F = 0{,}26$ Н.)

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить материал §47;
2. Выполнить упражнение 37;
3. Ответить на вопросы:

а) Почему два параллельных проводника, по которым текут токи в одном направлении, притягиваются, а два параллельных катодных пучка (пучки электронов) отталкиваются?

б*) Длинный прямоугольный проводник с током I_1 проходит по оси кругового витка с током I_2 перпендикулярно его плоскости. С какой силой взаимодействуют эти проводники? (*Ответ*: $F = 0$.)

Урок 38
Магнитный поток

Цели урока:

Ввести определение магнитного потока.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Как называется и каким символом обозначается векторная величина, которая служит количественной характеристикой магнитного поля?
– По какой формуле определяется модуль вектора магнитной индукции однородного магнитного поля?
– Что принимается за единицу магнитной индукции? Как называется эта единица?
– Что называется линиями магнитной индукции?
– В каком случае магнитное поле называют однородным, в каком – неоднородным?

II. Кратковременная лабораторная работа «Получение спектров магнитного поля»

Оборудование:

Постоянные магниты (плоские и дугообразные), железные опилки, бумагу, железное кольцо.

Задание:

С помощью магнитов и железных опилок получить и зарисовать в рабочей тетради магнитные спектры:

а) прямолинейного магнита;
б) дугообразного магнита;
в) двух прямолинейных магнитов, обращенных одноименными и разноименными друг к другу полюсами на расстоянии 5–7 см;
г) дугообразного магнита с железным кольцом.

III. Новый материал

Для объяснения опытов, которые будут проводиться в дальнейшем, нам необходимо ввести еще одну физическую величину – магнитный поток или поток вектора магнитной индукции: Φ.

Введем магнитный поток, пронизывающий замкнутый контур, как величину, пропорциональную модулю вектора индукции магнитного поля B и площади контура S:

$$\Phi \sim BS.$$

Кроме того, будем считать, что магнитный поток зависит от ориентации контура по отношению к линиям магнитной индукции: чем больше линий магнитной индукции пронизывает контур, тем больше будет и магнитный поток.

Здесь необходимо немного отвлечься и вспомнить о том, что под словом «поток» понимают в обыденной жизни. Поток воды, поток воздуха... Возьмем кусок плотной бумаги с отверстем в одну руку. Подуем в отверстие, подставив другую руку с обратной стороны листа. Сильнее дунем – больше поток воздуха. Будем дуть с такой же силой, по часть отверстия прикроем – поток уменьшится. И наконец, если плоскость листа бумаги поставим параллельно направлению потока выдуваемого воздуха, ваша вторая рука практически не почувствует влияния воздушного потока.

Аналогично обстоит дело и с магнитным потоком. При усилении магнитного поля количество силовых линий возрастает, следовательно, возрастает и магнитный поток (рис. 63).

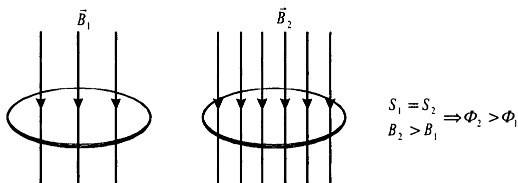


Рис. 63

Уменьшение площади контура при неизменной индукции магнитного поля приводит к уменьшению числа линий, пронизывающих контур и, следовательно, к уменьшению Φ (рис. 64).

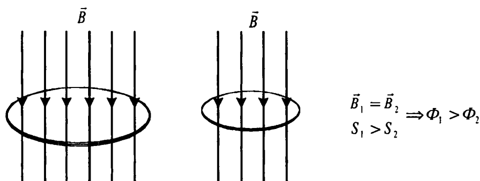


Рис. 64

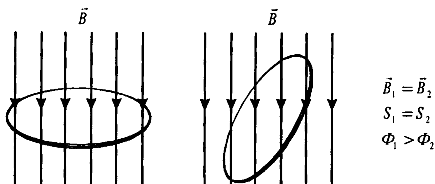


Рис. 65

Поворот контура также приводит к изменению числа линий, пронизывающих замкнутый контур (рис. 65).

Если же плоскость контура параллельна линиям магнитной индукции, то поток сквозь него равен нулю: $\Phi = 0$ (рис. 66).

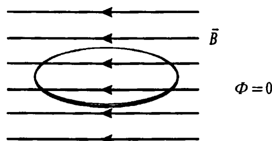


Рис. 66

При повороте рамки вокруг оси, направленной параллельно линиям магнитной индукции, магнитый поток также равен нулю.

IV. Закрепление изученного

- Вода в ручейке и в реке течет с одинаковой скоростью. В каком случае больше поток воды через решето, поставленное перпендикулярно течению? (*Одинаковый.*)
- Всегда ли уменьшается магнитый поток при вращении рамки (контура)?
- При неизменной ориентации рамки индукцию магнитного поля увеличили в 2 раза, а площадь рамки уменьшили в 4 раза. Как изменится магнитный поток сквозь рамку?
- Площадь рамки, плоскость которой параллельна линиям магнитной индукции увеличили в 3 раза. Как изменился магнитный поток сквозь рамку?

Домашнее задание

1. Изучить материал §48;
2. Выполнить упражнение 38;
3. Ответить на вопрос микротеста:

Магнитный поток через замкнутую рамку, помещенную в однородное магнитное поле, зависит:

а) только от модуля вектора магнитной индукции;

б) только от площади витка и угла между вектором магнитной индукции и плоскостью рамки;
в) только от площади рамки;
г) от всех факторов, перечисленных в пунктах а)–в).

Урок 39
Явление электромагнитной индукции

Цели урока:

Познакомить учащихся с явлением электромагнитной индукции.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– От чего зависит магнитный поток, пронизывающий площадь плоского контура, помещенного в однородное магнитное поле?
– Как меняется магнитный поток при увеличении в *n* раз магнитной индукции, если ни площадь, ни ориентация контура не меняются?
– При какой ориентации контура по отношению к линиям магнитной индукции магнитный поток, пронизывающий площадь этого контура, максимален? Равен нулю?
– Меняется ли магнитный поток при таком вращении контура, когда линии магнитной индукции то пронизывают его, то скользят по его плоскости?

II. Кратковременная лабораторная работа

Оборудование:

Магнит постоянный, спиртовка, стальная игла, нитка.

Порядок выполнения:

1. Стальную иглу подвесьте на нити над спиртовкой.
2. Отклоните иглу при помощи магнита.
3. Зажгите спиртовку и нагревайте иглу.
4. Пронаблюдайте, как игла отпадает от магнита и займет вертикальное положение. После охлаждения игла вновь может отклоняться магнитом.

Температура, выше которой сталь теряет свои магнитные свойства, называется температурой Кюри.

– При нагревании выше точки Кюри магнит размагничивается. В какие виды превращается при этом энергия магнитного поля? (*В основном энергия магнитного поля превращается во внутреннюю энергию магнита.*)

III. Новый материал

В 1821 г. Майкл Фарадей записал в своем дневнике: «Превратить магнетизм в электричество». Через 10 лет эта задача была им решена.

Фарадей был уверен в единой природе электрических и магнитных явлений. Электрический ток способен намагнитить кусок железа. Не может ли магнит в свою очередь вызвать появление электрического тока?

Выяснилось, что только движущийся магнит или меняющееся во времени магнитное поле может возбудить электрический ток в катушке.

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется.

IV. Фронтальная лабораторная работа

Изучение явления электромагнитной индукции при относительном движении катушки и постоянного магнита.

Оборудование:

Подковообразный постоянный магнит, миллиамперметр, катушка на подставке, соединительные провода.

Порядок выполнения:

1. Соберите цепь.
2. Двигайте катушку к одному из полюсов.
3. Двигайте катушку от выбранного полюса.

Вывод: индукционный ток возникает тогда, когда магнит вдвигают в катушку, либо тогда, когда движется катушка, а магнит остается неподвижным, т.е. наблюдается относительное движение катушки и магнита.

Далее заполняется таблица:

Движение магнита	Поведение стрелки миллиамперметра	Движение катушки замкнутого контура	Поведение стрелки миллиамперметра
Движение одним полюсом внутрь катушки		Насаживается на выбранный полюс магнита	
Выдвигается из катушки		Снимается с полюса магнита	
Вдвигается другим полюсом внутрь катушки		Насаживается на другой полюс магнита	
Выдвигается из катушки		Снимается с полюса магнита	

Эксперимент

Расположите в непосредственной близости перед катушкой другую, ориентированную по отношению к первой так, чтобы их оси совпали. Вторую катушку замкните на гальванометр. Далее замкните цепь первой катушки, наблюдая при этом за показателями гальванометра.

Разомкните электрическую цепь, также наблюдая за показаниями гальванометра.

Вывод: Ток возникает во второй катушке в момент замыкания или размыкания цепи.

V. Вопросы на закрепление

- В чем заключается сущность электромагнитной индукции?
- Опишите эксперименты, в которых обнаруживается явление электромагнитной индукции.

– Какие условия необходимы для существования явления электромагнитной индукции?

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить материла §49;
2. Выполнить упражнение 39;

3*. Ответить на вопрос микротеста:

В металлическое кольцо в течение первых 2 с вдвигают магнит, в течение следующих 3 с магнит оставляют неподвижным, а в течение последних 4 с магнит вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течет ток?

а) 0–2 с; б) 0–9 с;
в) 0–2 с и 5–9 с; г) 2–9 с.

Урок 40
Лабораторная работа 5
«Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель урока:

Изучить явление электромагнитной индукции.

Оборудование:

Миллиамперметр, катушка-моток, магнит дугообразный, источник питания, катушка с железным сердечником от разборного электромагнита, реостат, ключ, провода соединительные, модель генератора электрического тока (одна на класс).

Ход работы

1. Подключите катушку-моток к зажимам миллиамперметра.
2. Наблюдая за показаниями миллиамперметра, подводите один из полюсов магнита к катушке, потом на несколько секунд остановите магнит, а затем вновь приближайте его к катушке, двигая в нее.
3. Запишите, возникал ли в катушке индукционный ток во время движения магнита относительно катушки? Во время его остановки?
4. Запишите, менялся ли магнитный поток Φ, пронизывающий катушку, во время движения магнита? Во время его остановки?
5. На основании ваших ответов на предыдущий вопрос, сделайте и запишите вывод о том, при каком условии в катушке возникал индукционный ток.
6. Почему при приближении магнита к катушке магнитный поток, пронизывающий эту катушку, менялся?

(Для ответа на этот вопрос вспомните, во-первых, от каких величин зависит магнитный поток Φ и, во-вторых, одинаков ли модуль вектора индукции B магнитного поля постоянного магнита вблизи этого магнита и вдали от него.)

7. О направлении тока в катушке можно судить по тому, в какую сторону от нулевого деления отклоняется стрелка миллиамперметра.

Проверьте, одинаковым или различным будет направление индукционного тока в катушке при приближении к ней и удалении от нее одного и того же полюса магнита.

8. Приближайте полюс магнита к катушке с такой скоростью, чтобы стрелка миллиамперметра отклонялась не более чем на половину предельного значения его шкалы.

Повторите тот же опыт, но при большей скорости движения магнита, чем в первом случае.

При большей или меньшей скорости движения магнита относительно катушки магнитный поток Φ, пронизывающий эту катушку, менялся быстрее?

При быстром или медленном изменении магнитного потока сквозь катушку в ней возникал больший по модулю ток?

На основание вашего ответа на последний вопрос сделайте и запишите вывод о том, как зависит модуль силы индукционного тока, возникающего в катушке, от скорости изменения магнитного потока Φ, пронизывающего эту катушку.

Дальнейший ход работы подробно описан в учебнике.

Урок 41
Переменный ток

Цели урока:

Выяснить условие существования переменного тока; познакомиться с применением переменного тока в быту и технике.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- С какой целью ставились опыты, изображенные на рисунках 125–127 учебника? Как они проводились?
- При каком условии во всех опытах в катушке, замкнутой на гальванометр, возникал индукционный ток?
- В чем заключается явление электромагнитной индукции?
- В чем важность открытия явления электромагнитной индукции?

II. Кратковременная лабораторная работа «Исследование зависимости возникновения индукционного тока от среды»

Оборудование:

Источник тока, переменный резистор, две катушки, гальванометр, стальной сердечник, соединительные провода.

Цель работы:

Наблюдение в процессе исследования увеличения индукционного тока в замкнутом контуре при внесении в первую катушку стального сердечника, ослабление – при удалении из него стального сердечника.

Порядок выполнения работы:

1. Соберите цепь.

2. Перед первой катушкой параллельно ей расположите вторую, которая замкнута на гальванометр.

3. Замкнув электрическую цепь, наблюдайте за движением стрелки лабораторного гальванометра, находящегося в цепи второй катушки.

4. Разомкните электрическую цепь и введите в катушку стальной сердечник, наблюдая при этом за поведением стрелки гальванометра.

5. Сделайте выводы.

III. Новый материал

Электрический ток, периодически меняющийся со временем по модулю и направлению, называется переменным током.

Электрический ток вырабатывается в генераторах – устройствах, преобразующих энергию того или иного вида в электрическую энергию.

Преобладающую роль в наше время играют электромеханические индукционные генераторы переменного тока. В этих генераторах механическая энергия превращается в электрическую. Их действие основано на явлении электромагнитной индукции. Такие генераторы имеют сравнительно простое устройство и позволяют получать большие токи при достаточно высоком напряжении. Все они состоят из одних и тех же основных частей. Это, во-первых, электромагнит или постоянный магнит, создающий магнитное поле, во-вторых, обмотка (вращающаяся рамка).

Производится электроэнергия на больших и малых электрических станциях в основном с помощью электромеханических индукционных генераторов. Существует два основных типа электростанций: тепловые и гидроэлектрические. Различаются эти электростанции характером двигателей, вращающих роторы генераторов.

На тепловых электростанциях источником энергии служит топливо: уголь, газ, нефть, мазут, горючие сланцы. Роторы электрических генераторов приводятся во вращение паровыми и газовыми турбинами или двигателями внутреннего сгорания. Наиболее экономичными являются крупные тепловые паротурбинные электростанции (ТЭС). Большинство ТЭС нашей страны используют в качестве топлива угольную пыль.

Гидроэлектростанции дают около 20% всей вырабатываемой в нашей стране электроэнергии.

Значительную роль в энергетике играют атомные электростанции (АЭС). В настоящее время АЭС нашей страны дают около 10% электроэнергии.

Главным потребителем электроэнергии является промышленность. Крупным потребителем является также транспорт.

IV. Вопросы на закрепление

- Что называется генератором переменного тока? Какие типы таких генераторов существуют?
- Что называется переменным током?
- Что такое период, частота, фаза переменного тока?
- Начертите график переменного тока и раскройте суть определения переменного тока?
- На каком принципе основана работа генератора переменного тока?

Домашнее задание

1. Выучить §50;
2. Выполнить упражнение 40;
3. Ответить на вопрос микротеста:

Проволочная рамка вращается с постоянной частотой в однородном маг-

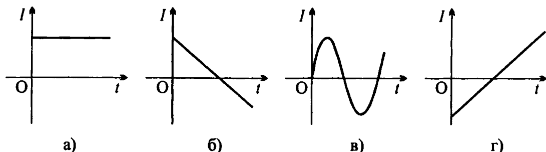


Рис. 67

нитном поле. Какой из графиков, изображенных на рис. 67, показывает зависимость силы тока в рамке от времени?

Урок 42
Контрольная работа по теме «Электромагнитная индукция»

Цели урока:

Выявить знания учащихся по теме «Электромагнитная индукция».

Ход урока

Вариант I

1. Кто открыл явление электромагнитной индукции?

а) Х. Эрстед; б) Ш. Кулон;
в) А. Вольта; г) А. Ампер;
д) *М. Фарадей*; е) Д. Максвелл.

2. Выводы катушки из медного провода присоединены к чувствительному гальванометру. В каком из перечисленных опытов гальванометр обнаружит ЭДС электромагнитной индукции в катушке?

1) в катушку вставляется постоянный магнит;
2) из катушки вынимается постоянный магнит;
3) постоянный магнит вращается вокруг своей продольной оси внутри катушки.

а) только в случае 1; б) только в случае 2;
в) только в случае 3; г) *в случаях 1 и 2*;
д) в случаях 1, 2 и 3.

3. Как называется физическая величина, равная произведению модуля B индукции магнитного поля на площадь S поверхности, пронизываемой магнитным полем, и косинус угла α между вектором $\vec{B}$ индукции и нормалью $\vec{n}$ к этой поверхности?

а) индуктивность; б) *магнитный поток*;
в) магнитная индукция; г) самоиндукция;
д) энергия магнитного поля.

4. Как называется единица измерения магнитного потока?

а) тесла; б) *вебер*;
в) фарад; г) генри.

5. В точках 1, 2, 3 показано расположение магнитных стрелок (рис. 68). Нарисуйте, как в этих точках направлен вектор магнитной индукции.

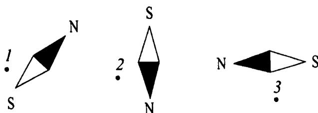


Рис. 68

6. Линии магнитной индукции поля идут слева направо параллельно плоскости листа, проводник с током перпендикулярен плоскости листа, и ток направлен в плоскость тетради. Вектор силы Ампера, действующей на проводник, направлен…

а) вправо; б) влево;
в) вверх; г) *вниз*.

Вариант II

1. Как называется явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через контур?

а) электростатическая индукция; б) явление намагничивания;
в) сила Ампера; г) сила Лоренца;
д) электролиз; е) *электромагнитная индукция*.

2. Выводы катушку из медного провода присоединены к чувствительному гальванометру. В каком из перечисленных опытов гальванометр обнаружит возникновение ЭДС электромагнитной индукции в катушке?

1) в катушку вставляется постоянный магнит;
2) катушка надевается на магнит;
3) катушка вращается вокруг магнита, находящегося внутри нее.

а) в случаях 1, 2 и 3; б) *в случаях 1 и 2*;
в) только в случае 1; г) только в случае 2;
д) только в случае 3.

3. Каким из приведенных ниже выражений определяется магнитный поток?

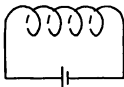
а) $BS\cos\alpha$; б) $\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$;
в) $qVB\sin\alpha$; г) $qVBI$;
д) $IBl\sin\alpha$.

4. Единицей изменения какой физической величины является 1 вебер?

а) индукция магнитного поля; б) электроемкости;
в) самоиндукции; г) *магнитного потока*;
д) индуктивности.

5. Нарисуйте картину линий магнитной индукции при протекании тока через катушку (рис. 69), намотанную на картонный цилиндр. Как будет меняться эта картина при:

а) увеличении силы тока в катушке?
б) уменьшении числа витков, намотанных на катушку?
в) в ведение в нее железного сердечника?


Рис. 69

6. Проводник с током лежит в плоскости листа. По проводнику снизу проходит ток, и на него вверх действует сила Ампера, направленная от листа. Это может происходить, если северный полюс стержневого магнита поднесли…

а) слева; б) справа;

в) с передней стороны листа; г) с обратной стороны листа.

Урок 43
Электромагнитное поле

Цель урока:

Сформулировать понятие электромагнитного поля.

Ход урока

I. Анализ контрольной работы

II. Новый материал

Согласно явлению электромагнитной индукции при изменении магнитного потока, пронизывающего контур замкнутого проводника, в этом проводнике возникает индукционный ток. В опытах Фарадея переменное магнитное поле, пронизывающее замкнутый контур проводника, создавало в нем электрическое поле, под действием которого и возникал индукционный ток.

Возникло сразу множество вопросов:

– Отличаются ли поля, созданные неподвижным электрическим зарядом и подвижным?
– Возникает ли это поле только в проводнике или существует и в пространстве вокруг него?
– Играет ли роль в возникновении этого поля замкнутый проводник, по которому течет ток?

Ответы на эти и другие вопросы были получены в 1885 г., когда Максвелл создал теорию электромагнитного поля.

Нельзя создать переменное магнитное поле без того, чтобы одновременно в пространстве не возникло и электрическое поле. И наоборот, переменное электрическое поле не может существовать без магнитного.

Покоящий заряд создает электрическое поле. Но ведь заряд покоится лишь относительно определенной системы отсчета. Относительно других систем он может двигаться и, следовательно, создавать и магнитное поле.

Лежащий на столе магнит создает только магнитное поле. Но движущийся относительно него наблюдатель обнаружит и электрическое поле в полном соответствии с явлением электромагнитной индукции.

Утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле, бессмысленно, если не указать, по отношению к какой системе отсчета эти поля рассматриваются.

Можно сделать вывод: электрические и магнитные поля – проявление единого целого: электромагнитного поля.

Источником электромагнитного поля служат ускоренно движущиеся электрические заряды.

III. Вопросы на закрепление

- Что порождает переменное магнитное поле? В чем состоит сущность данного явления?
- Что порождает переменное электрическое поле?
- Что называется электромагнитным полем? Могут ли электрические и магнитные поля существовать обособленно друг от друга?
- Почему утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле, не является вполне определенным?

Домашнее задание

§51; упражнение 41.

Урок 44
Электромагнитные волны

Цели урока:

Познакомить учащихся с понятием электромагнитной волны.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Кем и когда была создана теория электромагнитного поля и в чем заключается ее суть?
- Что служит источником электромагнитного поля?
- Чем отличаются силовые линии вихревого электрического поля от силовых линий электростатического поля?
- Опишите механизм возникновения индукционного тока, опираясь на знание о существовании электромагнитного поля?

II. Новый материал

Что такое электромагнитная волна? Что в ней происходит, т.е. какова природа этого физического объекта?

Электромагнитная волна представляет собой распространение в пространстве с течением времени переменных (вихревых) электрических и магнитных полей.

Электромагнитные волны изучаются колеблющимися зарядами, при этом существенно, что скорость движения таких зарядов меняется со временим, т.е. они движутся с ускорением. Электромагнитное поле излучается заметным образом не только при колебании заряда, но и при любом быстром изменении его скорости. Причем интенсивность излучения волны тем больше, чем больше ускорение, с которым движется заряд.

Векторы $\vec{E}$ и $\vec{B}$ в электромагнитной волне перпендикулярны друг другу и перпендикулярны направлению распространения волны.

Электромагнитная волна является поперечной. Максвелл был глубоко убежден в реальности электромагнитных волн, но не дожил до их экспериментального обнаружения. Лишь через 10 лет после его смерти электромагнитные волны экспериментально получены Герцем.

Сейчас мы знаем, что все пространство вокруг нас буквально пронизано электромагнитными волнами разных частот.

В настоящее время все электромагнитные волны разделены по длинам волн (и, соответственно, по частотам) на шесть основных диапазонов. Электромагнитные волны разных частот отличаются друг от друга.

Радиоволны

Получаются с помощью колебательных контуров и макроскопических вибраторов.

Свойства: радиоволны различных частот и с различными длинами волн по-разному поглощаются и отражаются средами, проявляют свойства дифракции и интерференции.

Применение: Радиосвязь, телевидение, радиолокация.

Инфракрасное излучение (тепловое)

Излучается атомами или молекулами вещества. Инфракрасное излучение дают все тела при любой температуре.

Свойства:

- проходит через некоторые непрозрачные тела, а также сквозь дождь, дымку, снег, туман;
- производит химическое действие (фотопластинки);
- поглощаясь веществом, нагревает его;
- невидимо;
- способно к явлениям интерференции и дифракции;
- регистрируется тепловыми методами.

Применение: Прибор ночного видения, криминалистика, физиотерапия, в промышленности для сушки изделий, древесины, фруктов.

Видимое излучение

Часть электромагнитного излучения, воспринимаемая глазом.

Свойства: отражение, преломление, воздействует на глаз, способно к явлению дисперсии, интерференции, дифракции.

Ультрафиолетовое излучение

Источники: газоразрядные лампы с кварцевыми трубками. Излучается всеми твердыми телами, у которых $t > 1000°C$, а также светящимися парами ртути.

Свойства: Высокая химическая активность, невидимо, большая проникающая способность, убивает микроорганизмы, в небольших дозах благоприятно влияет на организм человека (загар), но в больших дозах оказывает отрицательное воздействие, изменяет развитие клеток, обмен веществ.

Применение: в медицине, в промышленности.

Рентгеновские лучи

Излучаются при больших ускорениях электронов.

Свойства: интерференция, дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке, большая проникающая способность. Облучение в больших дозах вызывает лучевую болезнь.

Применение: в медицине с целью диагностики заболеваний внутренних органов; в промышленности для контроля внутренней структуры различных изделий.

***γ*-излучение**

Источники: атомное ядро (ядерные реакции).

Свойства: Имеет огромную проникающую способность, оказывает сильное биологическое воздействие.

Применение: В медицине, производстве (γ -дефектоскопия).

III. Вопросы на закрепление

- Что называют электромагнитной волной?
- Что является источником электромагнитной волны?
- Как ориентированы векторы $\vec{E}$ и $\vec{B}$ по отношению друг к другу в электромагнитной волне?
- Какова скорость распространения электромагнитных волн в воздухе?
- Перечислите основные свойства электромагнитных волн.

Домашнее задание

1. Изучить материал §52;
2. Выполнить упражнение 42;
3. Ответить на вопрос микротеста:

Расположите в порядке возрастания длины волны электромагнитные волны различной природы: 1) инфракрасное излучение; 2) рентгеновское излучение; 3) радиоволны; 4) γ -волны.

а) 4, 1, 3, 2; б) 3, 1, 4, 2;
в) 4, 2, 1, 3; г) 1, 3, 2, 4.

Урок 45
Интерференция света

Цели урока:

Познакомить учащихся с понятием интерференции, показать возможность использования интерференции света в современной науке и технике.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Какие выводы относительно электромагнитных волн вытекали из теории Максвелла?
- Какие физические величины периодически меняются в электромагнитной волне?
- Какие отношения между длиной волны, ее скоростью, периодом и частотой колебаний справедливы для электромагнитных волн?
- При каком условии волна будет достаточно интенсивной для того, чтобы ее можно было зарегистрировать?
- Когда и кем были впервые получены электромагнитные волны?
- Приведите примеры применения электромагнитных волн.

II. Новый материал

Очень часто в среде одновременно распространяется несколько различных волн. Например, когда в комнате беседуют несколько человек, то звуковые волны накладываются друг на друга.

Сложение в пространстве волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуд результирующих колебаний, называется ***интерференцией***.

Учитель может продемонстрировать явление интерференции механических волн. Интерференцию света можно наблюдать на мыльной пленке.

Для образования устойчивой интерференционной картины необходимо, чтобы источники волн имели одинаковую частоту и разность фраз их колебаний была постоянной. Источники, удовлетворяющие этим условиям, называются ***когерентными***. Когерентными называют и созданные ими волны. Только при сложении когерентных волн образуется устойчивая интерференционная картина.

Световые волны, излучаемые различными источниками не согласованы друг с другом. Для получения интерференционной картины волны должны иметь одинаковые длины волн и постоянную разность фаз в любой точке пространства. Но невозможно осуществить постоянство разности фаз от двух независимых источников.

Томас Юнг первым пришел к мысли о возможности объяснения цветов на поверхности мыльной пленки.

Результат интерференции (усиление или ослабление результирующих колебаний) зависит от угла падения света и толщины пленки. Когерентность волн, отраженных от наружной и внутренней поверхностей пленки, обеспечивается тем, что они являются частями одного и того же светового пучка.

Различие связано с различием длины волны. Явление интерференции не только доказывает наличие у света волновых свойств, но и позволяет измерить длину волны.

Применение интерференции

- Проверка качества обработки поверхностей (до одной десятой длины волны, т.е. 10^{-8} м). Определяется по искривлению интерференционных полос.
- Для точного измерения показателя преломления газов и других веществ, длин световых волн.
- Просветление оптики.

III. Вопросы на закрепление

- Что называется интерференцией волн? При каких условиях происходит это явление?
- Какие волны называют когерентными?
- Что называют разностью хода волн?
- Что называют интерференцией света? При каких условиях ее наблюдают?
- Сделав рисунок, объясните интерференцию света в тонких пленках.
- Приведите примеры практического применения интерференции света.

Домашнее задание

1. Выучить §53;
2. Пронаблюдать явление интерференции света и сделать рисунок в тетради;
3. Ответить на вопросы микротеста:

Световые волны когерентны, если у них ...

а) совпадают амплитуды;

б) совпадают частоты;

в) постоянна разность фаз;

г) совпадают частоты и постоянна разность фаз.

Световая волна характеризуется длиной волны λ, частотой ν и скоростью распространения V. Какие из этих параметров изменяются при переходе из одной среды в другую?

а) только λ;

б) только λ и V;

в) только ν;

г) только ν и V.

Приложение к уроку

Оптика Ньютона

Еще в 60-е гг. XVII в. Ньютон заинтересовался оптикой и сделал открытие, которое, как казалось сначала, говорило в пользу корпускулярной теории света. Этим открытием было явление дисперсии света и простых цветов. Разложение белого света призмой в спектр было известно очень давно. Онако разобраться в этом явлении до Ньютона никто не смог.

Ученых, занимающихся оптикой, интересовал вопрос о природе цвета. Наиболее распространенным было мнение о том, что белый свет является простым. Цветные же лучи получаются в результате тех или иных его изменений. Изучая явление разложения белого света в спектр, Ньютон пришел к заключению, что белый свет является сложным светом. Он представляет собой сумму простых цветных лучей.

Чтобы подтвердить вывод о том, что белый свет состоит из простых цветных лучей и разлагается на них при прохождении через призму, Ньютон проводил следующий опыт. В экране, на котором наблюдался спектр, делалось маленькое ответрстие. Через отверстие пропускали уже не белый свет, а свет определенной окраски (говоря современным языком, монохроматический пучок света). На пути этого пучка Ньютон ствил призму, а за ней – экран. Что будет наблюдаться на экране? Разложится ли одноцветный пучок света в новый спектр или нет? Опыт показал, что этот пучок света отклоняется призмой как единое целое, под определенным углом. При этом свет не изменяет своей окраски. Ньютон пропускал через отверстие цветные лучи различных участков спектра. Во всех случаях они не разлагались, а лишь отклонялись на определенный угол, разный для лучей различного цвета.

После этого Ньютон пишел к заключению, что белый свет разлагается на цветные лучи, которые являются простыми и призмой уже не разлагаются. Для каждого цвета показатель преломления имеет свое определенное значение. Цветность этих лучей и их преломляемость не может измениться «ни преломлением, ни отражением от естественных тел, или какой-либо иной причиной», – писал Ньютон.

Открытие дисперсии было расценено Ньютоном и большинством его современников и последователей как факт, подтверждающий корпускулярную теорию света. С точки зрения волновой теории трудно было объяснить открытие Ньютона, потому что теории распространения волн еще не было. Понимание того, что цвет определяется периодом световой волны, пришло значительно позже. Но даже если бы кто и догадался об этом, то все равно нелегко было представить себе, почему при отражении и преломлении период остается неизменным.

Развитие волновой теории света

В конце XVIII в. оптическими исследованиями занялся аглийский ученый Томас Юнг (1773–1829). Он впервые ввел понятие «интерференция» (от латинских слов *inter* – взаимно и *ferio* – ударяю).

Весьма вероятно, что интерференцию Юнг открыл, наблюдая это явление дл яводяных волн. Во всяком случае, описывая это явление, он рассматривал интерференцию водяных волн. Он писал: «Представим себе, что некоторое количество одинаковых водяных волн движется по поверхности гладкого озера с некоторой постоянной скоростью и попадает в узкий канал, выходящий из озера. Представим себе такое, что под действием другой причины образовался такой же ряд волн, который, как и первый, доходит до этого канала с той же скоростью. Ни один из этих рядов волн не разрушит другого, а их действие соединятся. Если они вступают в канал так, что гребни одного ряда совпадают с гребнями другого, то образуется ряд волн с увеличенными гребнями. Но если гребни одного ряда будут соответствовать впадинам другого, то они в точности заполнят эти впадины и поверхность воды останется гладкой. Я полагаю, что подобные эффекты имеют место всякий раз, кода подобным образом смешиваются две части света. Это явление я называю законом интерференции света».

Результаты своих исследований по оптики Юнг доложил на ученом заседении Лондонского королевского общества, а также опубликовал их в начале XIX в. Но, не смотря на убедительность работ Юнга, никто не хотел их признавать. Ведь признать правоту выводов Юнга означало отказаться от привычных взглядов и, кроме того, выступить проитв авторитета Ньютона. На это пока еще никто, кроме самого Юнга, не решался. На работы Юнга не обратили внимания, а в печати даже появилась статья, содержащая грубые нападки на него. Корпускулярная теория света по-прежнему казалась непоколебимой.

Французский инженер, ставший впоследствии знаменитым физиком, Огюстен Френель (1788–1827) начал заниматься изучением явлений интерференции и дифракции с 1814 г. Он не знал о работах Юнга, но подобно ему увидел в этих явлениях доказательство волновой теории света.

После открытия явления двойного лучепреломления и поляризации света создалось такое положение, когда Юнг и Френель прекрасно объяснили явление интерференции и дифракции, пользуясь представлениями о волновой природе света, но не могли объяснить поляризацию света. Юнг и Френель пришли к убеждению о необходимости считать световые волны не продольными, а поперечными. Но уже было известно, что поперечные волны могут существовать и распространяться только в твердых телах. Поэтому эфир нужно было рассматривать как твердое тело. Но эфир ведь очень «тонкая среда», гораздо более «тонкая», чем воздух. Он не оказывает никакого сопротивления движению в нем тел. Планеты, например, движутся в эфире, не испытывая никакого сопротивления. Как же можно считать эфир твердым телом?

Однако постепенно, не смотря на все трудности, стоявшие перед гипотезой о поперечности световых волн, волновая теория света начала побеждать и вытеснять корпускулярную теорию света.

В 1864 г. Максвелл высказал гипотезу об электромагнитной природе света. Спустя почти двадцать лет Герц подтвердил ее на опыте. После этого пе-

ред физиками встала проблема построить теорию эфира, которая давала бы объяснение электрическим и магнитным явлениям, а значит и оптическим. Было создано много теорий, но ни одну из них не признали удовлетворительной. Появилось даже мнение о невозможности построения такой теории. Так дело продолжалось до возникновения теории относительности, которая покончила с эфиром и привела к новым представлением о сущности электромагнитных, а вместе с этим, и оптических явлений.

Урок 46
Электромагнитная природа света

Цели урока:

Дать учащимся представление о свете как электромагнитной волне.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Какие два взгляда на природу света существует с давних пор?
- В чем заключается суть опыта Юнга, что этот опыт доказывает и когда поставлен?
- Как проводился опыт, изображенный на рис. 143 а) учебника?
- Пользуясь рисунком 143 б) учебника, объясните, почему на мыльной пленке появляются чередующиеся полосы?
- Что доказывает опыт, изображенный на рис. 143 а) учебника?
- Что можно сказать о частоте (или длине волны) световых волн различных цветов?

II. Кратковременная лабораторная работа

Оборудование:

Две чистые стеклянные пластинки небольшого размера, соломинка для выдувания мыльных пузырей, проволочное кольцо, раствор мыла.

Порядок выполнения работы:

1. Чистые стеклянные пластинки положите друг на друга, прижмите, в отраженном свете на темном фоне поищите (особенно, по краям) цветные интерференционные полосы. Выделите особенности наблюдаемого явления: постоянная картина или нет, есть ли максимумы, окрашены ли полосы. Вид картины зарисуйте, выполните рисунок с объяснением метода образования когерентных источников света. Изучите, при каких условиях интерференционная картина изменяется. Получается ли опыт в проходящем свете?

2. Получите мыльную пленку на проволочном кольце и мыльные пузыри. Как доказать, что и в этом случае наблюдается интерференционная картина? Отличается ли она от картины в опытах с пластинками? В каком свете наблюдается интерференционная картина? О чем говорит изменение вида полос на мыльной пленке?

III. Новый материал

В XVII веке почти одновременно начали свое существование совершенно различные теории о том, что такое свет, какова его природа.

Ньютон придерживался корпускулярной теории, согласно которой свет – это поток частиц, идущих от источника во все стороны. Гюйгенс же утверждал, что свет – это волны, распространяющиеся в особой, гипотетической среде – эфире, заполняющим пространство и проникающим во внутрь тела, всех тел. Обе теории длительное время существовали параллельно. Ни одна из них не могла одержать решительную победу.

Такое неопределенное положение относительно природы света длилось до начала XIX века, когда были изучены явления интерференции и дифракции (огибание светом препятствия). Эти явления присущи только волновому движению. Работами Максвелла были заложены основы электромагнитной теории света. В основе электромагнитной теории света лежит факт совпадения скорости света со скоростью распространения электромагнитных волн. Из теории Максвелла вытекало, что электромагнитные волны поперечны. К тому времени было известно, что световые волны поперечны (экспериментально доказано). После экспериментов Герца теория света получила первое экспериментальное подтверждение. Было доказано, что электромагнитные волны при своем распространении обнаруживают те же свойства, что и световые. Световые волны – это электромагнитные волны. В электромагнитной волне векторы $\vec{E}$ и $\vec{B}$ перпендикулярны друг другу. В естественном свете колебания электрического поля $\vec{E}$ и магнитной индукции $\vec{B}$ происходят по всем направлениям, перпендикулярным направлению распространения волны.

Однако в начале XX века, оказалось, что при излучении и поглощении свет ведет себя подобно потоку частиц. Были обнаружены квантовые свойства света. Свет имеет корпускулярно-волновые свойства. Квантовые и волновые свойства не исключают друг друга, а дополняют. Волновые свойства ярче проявляются при малых частотах и менее ярко при больших.

IV. Вопросы на закрепление

- В виде каких волн ученые представляли себе свет в начале XIX в.?
- Чем была вызвана необходимость выдвижения гипотезы о существовании светоносного эфира?
- Какие предположения о природе света было сделано Максвеллом? Какие общие свойства света и электромагнитных волн явились основанием для такого предположения?
- Как называется частица электромагнитного излучения?

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить §54;
2. Ответить на вопросы микротеста:

Заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме ...

а) только при движении с ускорением;
б) только при движении с постоянной скоростью;
в) только в состоянии покоя;
г) как в состоянии покоя, так и при движении с постоянной скоростью.

При распространении света в вакууме в виде электромагнитной волны считается, что в пространстве распространяется ...

а) только колебания вектора $\vec{E}$;
б) только колебания вектора $\vec{B}$;
в) колебания векторов $\vec{E}$ и $\vec{B}$;
г) колебания невидимой среды – эфира.

Глава IV
СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ АТОМНЫХ ЯДЕР

Урок 47
Модели атома. Опыт Резерфорда

Цель урока:

Познакомить учащихся с ядерной моделью строения атома.

Ход урока

I. Новый материал

Гипотеза о том, что все вещества состоят из большого числа атомов, зародилась свыше двух тысячелетий тому назад. Сторонники атомической теории рассматривали атом как мельчайшую неделимую частицу и считали, что все многообразие мира есть не что иное, как сочетание неизменных частиц-атомов.

Позиция Демокрита: «Существует предел деления атома».

Позиция Аристотеля: «Делимость вещества бесконечна».

Конкретные представления о строении атома развивались по мере накопления физикой фактов о свойствах вещества. Открыли электрон, измерили его заряд и массу. Мысль об электронном строении атома, впервые высказанную В. Вебером в 1896 году развил Х. Лоренц. Именно он создал электронную теорию: электроны входят в состав атома.

Опираясь на эти открытия, Дж. Томсон в 1898 г. предложил модель атома в виде положительно заряженного шара радиусом 10^{-10} м, в котором «плавают» электроны, нейтрализующие положительный заряд.

Экспериментальная проверка модели Томсона была осуществлена в 1911 г. английским физиком Э. Резерфордом. Пропуская пучок α -частиц (заряд $+2e$, масса $6{,}64 \cdot 10^{-27}$ кг) через тонкую золотую фольгу, Э. Резерфорд обнаружил, что какая-то часть частиц отклоняется на довольно значительный угол от своего первоначального направления, а небольшая часть α -частиц отражается от фольги. Но, согласно модели атома Томсона, эти α -частицы при взаимодействии с атомами фольги должны отклоняться на малые углы, порядка 2°.

Резерфорд показал, что модель Томсона находится в противоречии с его опытами. Обобщая результаты своих опытов, Резерфорд предложил ядерную (планетарную) модель строения атома:

1. атом имеет ядро, размеры которого малы по сравнению с размерами самого атома;
2. в ядре сконцентрирована почти вся масса атома;
3. отрицательный заряд всех электронов распределен по всему объему атома.

II. Вопросы на закрепление

- В чем заключается сущность модели Томсона?
- Начертите и объясните схему опыта Резерфорда по рассеиванию α-частиц. Что наблюдаем в этом опыте?
- Объясните причину рассеивания α-частиц атомами вещества.
- В чем сущность планетарной модели атома? Начертите и объясните ее схему.

Домашнее задание

Прочитать и выучить §56.

Урок 48

Радиоактивность. Радиоактивные превращения атомных ядер

Цель урока:

Дать учащимся представление о радиоактивности.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Что представляет собой атом согласно модели, предложенной Томсоном?
- Как проводился опыт по расстоянию α-частиц?
- Какой вывод был сделан Резерфордом на основании того, что некоторые α-частицы при взаимодействии с фольгой рассеивались на большие углы?
- Что представляет собой атом согласно ядерной модели, выдвинутой Резерфордом?
- Расскажите, как проходят α-частицы сквозь атомы вещества согласно ядерной модели.

II. Новый материал

Открытие естественной радиоактивности – явление, доказывающее сложный состав атомного ядра, произошло благодаря счастливой случайности.

Беккерель обнаружил, что химический элемент уран самопроизвольно (т.е. без каких-либо внешних воздействий) излучает ранее невидимые лучи. Начались интенсивные исследования. Обнаружилось, что излучение урановых солей ионизирует воздух и разрежает электроскоп.

Было установлено, что интенсивность излучения определяется только количеством урана в препарате и совершенно не зависит от того, в какие соединения он входит. Свойство присуще химическому элементу урану.

1898 г. Мария Склодовская-Кюри (1867–1934 г.) во Франции и другие ученые обнаружили излучение тория. В дальнейшем главные усилия в поисках новых элементов были предприняты Марией Склодовской-Кюри и ее мужем Пьером Кюри. Само же явление самопроизвольного излучения было названо супругами Кюри радиоактивностью. Впоследствии было установлено, что все химические элементы с порядковым номером более 83 являются радиоактивными.

1898 г. подвергая радиоактивное излучение действию магнитного поля Э. Резерфорд выделил два вида излучения: α -лучи (тяжелые положительные заряженные частицы, ядра атома гелия) и β -лучи (отрицательно заряженные частицы). В 1900 г. П. Виклард открыл γ -лучи – нейтральное излучение, где масса покоя равна нулю.

Эти три вида излучения очень сильно отличаются друг от друга по проникающей способности. Наименьшей проникающей способностью обладают α -лучи. Слой бумаги толщиной около 0,1 мм для них уже непрозрачен. Для β -лучей непрозрачной является алюминиевая пластинка при толщине несколько миллиметров. Наибольшей проникающей способностью обладают γ -лучи, слой свинца толщиной 1 см не является для них непреодолимой преградой.

По своим свойствам γ -лучи напоминают рентгеновские. Это электромагнитные волны с длиной волны от 10^{-8} см до 10^{-11} см.

Проще всего было экспериментировать с β -лучами, так как онл сильно отклонялись как в магнитном, так и в электрическое поле. При исследовании было установлено, что они представляют собой не что иное, как электроны, движущиеся со скоростями, очень близкими к скорости света.

Труднее оказалось выявить природу α -частиц. Окончательно эту задачу решил Резерфорд. α -частицы оказались ядрами атома гелия.

Что же происходит с веществом при радиоактивном излучении? Уже в самом начале исследования радиоактивности обнаружилось много странного и необычного.

Во-первых, удивительное постоянство, с которым радиоактивные элементы испускают излучения. На протяжении суток, месяцев, лет интенсивность излучения замстно не изменяется. На него не оказывает влияние нагревание или увеличение давления, химические реакции в которые вступал радиоактивный элемент, так же не влияли на интенсивность излучения.

Во-вторых, радиоактивность сопровождается выделением энергии, и она выделяется непрерывно на протяжении ряда лет. Откуда же берется эта энергия? При радиоактивности вещество испытывает какие-то глубокие изменения. Было сделано предположение, что превращения претерпевают сами атомы.

В дальнейшем было обнаружено, что в результате атомного превращения образуется вещество совершенно нового вида, полностью отличное по своим физическим и химическим свойствам от первоначального. Это новое вещество, однако, само так же неустойчиво и испытывает превращения с испусканием характерного радиоактивного излучения.

Домашнее задание

1. §55, 57;
2. Выполнить упражнение 43.
3. Ответить на вопрос:

Можно ли рентгеновские лучи, применяемые для обнаружения внутренних дефектов изделий, заменить гамма-лучами, испускаемыми препаратом с искусственной радиоактивностью? (*Ответ*: можно.)

Приложение к уроку

Беккерель Антуан Анри

Антуан Беккерель – французский физик, родился 15 декабря 1852 года, родился в Париже. Сын Александра Эмонда Беккереля, прославившегося своими исследованиями фосфоресценции. Беккерели: отец, сын и дел – жили в доме французского естествоиспытателя Кювье, принадлежащем Национальному музею естественной истории. В этом доме Анри и сделал свое ве-
окончании котор[illegible] доска на фасаде гласит: В лаборатории при-
вскоре его постигло горе: умерла его моло[illegible] марта 1896 года.
ном Жаном, будущим четвертым физиком Беккерелем, переезжае[illegible]
Мужей естественной истории. Сначала он работает репетитором Политехнической школы, а с 1878 года, после смерти деда, становится ассистентом своего отца.

В 1888 года Анри защищает докторскую диссертацию и ведет вместе с отцом разностороннюю научную работу. Через год его избирают в Академию наук. С 1892 года он становится профессором Национального музея естественной науки.

Основные работы посвящены оптике (магнитооптика, фосфоресценция, инфракрасные спектры) и радиоактивности. В 1896 года изучая действие различных люминесцирующих веществ на фотопластинку, в частности солей урана, открыл неизвестное излучение, присущее самой урановой соли и ничего общее не имеющее с люминесцирующим излучением. Это явление самопроизвольного излучения солями урана лучей особой природы было названо радиоактивностью.

Пропуская β-лучи через пересекающиеся электрическое и магнитные поля, первый измерил отношение заряда к массе β-частиц и установил, что оно такого же порядка, как и для частиц катодных лучшей (1900 г.). Обнаружил в 1901 году (независимо от П. Кюри) физиологическое действие радиоактивного излучения, а также способность ионизировать газ.

За открытие явления естественной радиоактивности урана Беккерель в 1903 году был удостоен Нобелевской премии. Обладатель всех знаков отличия Парижской Академии наук, Член Лондонского королевского общества. Летом 1908 года академия избирает его непременным секретарем физического отделения.

Открытие рентгеновских лучей

Открытие рентгеновских лучей произошло в 1895 году. Сообщение об открытии датировано 28 декабря. Более полутора месяцев ученый тщательно исследовал неведомые лучи. Ему удалось установить, что они возникают там, где стенки трубки сильно флюоресцируют под ударами катодных лучей. В понедельник 20 января 1896 года Анри Пуанкаре на заседании Парижской Ака-

демии рассказал об открытии новых лучей, продемонстрировал рентгеновские снимки и высказал предположение, что рентгеновское излучение связано с флюоресценцией и, возможно, возникает всегда в люминесцирующих веществах, и никакой катодной трубки для получения *X*-лучей не надо.

Среди участников заседания был Анри Беккерель. Он решил проверить гипотезу Пуанкаре. Еще в феврале 1896 года Шарль Анри демонстрировал действие флюоресцирующего сернистого цинка на фотопластинку, завернутую в черную бумагу. Беккерель решил использовать соли урана. Он взял из коллекции минералов своего отца двойной сульфат уранила калия. Обернув фотопластинку черной бумагой, он положил на нее металлическую пластинку причудливой формы, покрытую слоем урановой соли, и выставил на несколько часов на яркий солнечный свет. После проявления пластинки на ней было отчетливо видно изображение металлической фи...дается. Но оставалась до опыта солью уран... контрольные опыты. К концу февраля он ...пластинку. Но погода была пасмурной и оставалась такой до 1 марта. Утром 1 марта было солнечным и опыты можно было возобновить. Беккерель решил, однако, проявить пластинки, лежавшие несколько дней в темном шкафу. На проявленных пластинках четко обозначились силуэты образцов минерала, лежавших на непрозрачных экранах пластинок.

Минерал без предварительного освещения испускал невидимые лучи, действовавшие на фотопластинку через непрозрачный экран. Беккерель немедленно ставит повторные опыты. Оказалось, что соли урана сами по себе без всякого воздействия испускают невидимые лучи, засвечивающие фотопластинку и проходящие через непрозрачный слой. 2 марта Беккерель сообщил о своем открытии.

Длинным рядом экспериментов Беккерель шаг за шагом опровергал гипотезу Пуанкаре. Оказалось, что лучи могут испускать только соединения урана – это урановые лучи, или лучи Беккеля, как их потом стали называть. Они способны ионизировать воздух и разряжать заряженный электроскоп.

Способность урана испускать лучи не ослабевали месяцами. 18 мая 1896 года Беккерель со всей определенностью констатировал наличие этой способности у урановых соединений и описал свойства излучения. Но чистый уран оказался в распоряжении Беккереля только осенью, и 23 ноября 1896 года Беккерель сообщил о свойстве урана испускать невидимые урановые лучи вне зависимости от его химического и физического состояния.

Урок 49
Экспериментальные методы исследования частиц

Цель урока:

Познакомить учащихся с экспериментальными методами исследования частиц.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- В чем заключалось открытие, сделанное Беккерелем в 1896 году?
- Как стали называть способность атомов некоторых химических элементов к самопроизвольному излучению?
- Как были названы частицы, входящие в состав радиоактивного излучения?
- О чем свидетельствует явление радиоактивности?
- Что происходит с радием в результате α-распада?
- Какая часть атома – ядро или электронная оболочка – претерпевают изменения при радиоактивном распаде?
- Запишите реакцию α-распада радия и объясните, что означает каждый символ в этой записи.
- Как называются верхнее и нижнее числа, стоящие перед буквенным обозначением элемента?
- Чему равно массовое число?
- На примере реакции α-распада радия объясните, в чем заключаются законы сохранения заряда (зарядового числа) и массового числа?
- Какой вывод следовал из открытия, сделанного Резерфордом и Содди?
- Что такое радиоактивность?

II. Новый материал

Для изучения ядерных явлений были разработаны методы регистрации элементарных частиц и излучений. Наиболее распространенными являются методы, основанные на ионизующем и фотохимическом действии частиц.

Сцинтилляционный счетчик

В 1903 г. У. Крупс заметил, что α-частицы, испускаемые радиоактивным аппаратом, попадая на покрытый сернистым цинком экран, вызывают свечение. Устройство было использовано Э. Резерфордом. Сцинтилляции теперь наблюдают и считают не визуально, а с помощью специальных устройств – сцинтилляционных счетчиков.

Газоразрядный счетчик Гейгера

Действие основано на ударной ионизации. Заряженная частица, пролетающая в газе, открывает у атома электрон и создает ионы и электроны. Электрическое поле между анодом и катодом ускоряет электроны до энергии, при которой начинается ударная ионизация.

Чтобы счетчик Гейгера мог регистрировать каждую попадающую в него частицу, надо своевременно прекращать лавинный разряд. Быстрое гашение разряда можно достичь примесями, добавленными к инертному газу. Положительные ионы газа, сталкиваясь с молекулами спирта, рекомбинируют в нейтральные атомы и теряют способность выбивать из катода электроны (самогасящиеся счетчики). В других счетчиках гашение разряда производят, подбирая определенное нагрузочное сопротивление с цепи счетчика: $R \approx 10^9$ Ом. Так, возникающий при самостоятельно разряде, прохода через резистор, вызывает на нем большое падение напряжения, что приводит к быстрому уменьшению напряжения между анодом и катодом: лавинный разряд прекращается.

На электродах восстанавливается начальное напряжение, и счетчик готов к регистрации следующей частицы. Скорость счета равна 10^4 частиц в секунду.

Камера Вильсона

Действие камеры Вильсона основано на конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капель воды. Если в геометрическом сосуде с парами воды или спирта происходит резкое расширение газа (адиабатный процесс), температура убывает. И если в этот момент через объем камеры пролетает заряженная частица, то на своем пути она создает ионы, на которых образуются капельки сконденсировавшегося пара. Таким образом, частица составляет за собой след (трек) в виде узкой полоски тумана. Этот трек можно наблюдать или сфотографировать. По треку можно определить энергию и скорость частицы. Если поместить камеру в магнитное поле, то по искривлению трека можно определить знак заряда и его энергию, а по толщине трека – величину заряда и массу частицы.

Пузырьковая камера

В 1952 г. Д. Глейзером для регистрации заряженных частиц, имеющих высокую энергию, была создана пузырьковая камера. Принцип действия ее основан на том, что в перегретом состоянии чиста жидкость, находясь под высоким давлением, не закипает при температуре выше точки кипения. Пузырьковая камера заполнена жидким водородом под высоким давлением. При резком уменьшении давления переводят жидкость в перегретое состояние. Если в это время в рабочий объем камеры попадает заряженная частица, то она образует на своем пути в жидкости цепочку ионов. В области пролета частицы жидкость закипает, появляются вдоль ее траектории мелкие пузырьки пара, которые являются треком этой частицы.

Преимущество перед камерой Вильсона: пузырьковая камера может регистрировать частицы с большей энергией, т.к. большая плотность рабочего вещества в пузырьковой камере. Кроме того, по сравнению с камерой Вильсона пузырьковая камера обладает быстродействием. Рабочий цикл равен 0,1 с.

Метод толстослойных фотоэмульсий

Этот метод был разработан в 1928 г. физиками А.П. Ждановым и Л.В. Мысовским. Его сущность заключается в использовании специальных фотоэмульсий для регистрации заряженных частиц. Пролетающая сквозь фотоэмульсию быстрая заряженная частица действует на зерна бромистого серебра и образует скрытое изображение. При проявлении фотопластинки образуется трек. После исследования трека оценивается энергия и масса заряженной частицы.

Преимущество метода: с его помощью получают не исчезающие со временем следы частиц, которые могут быть тщательно изучены.

Сегодня широкое применение нашли полупроводниковые детекторы, регистрирующие α -, β -, γ -излучения.

III. Вопросы на закрепление

- На каком принципе основано действие газоразрядного счетчика Гейгера?
- Какого вида излучение регистрирует счетчик Гейгера?
- Какие изменения могут произойти в работе счетчика, если резистор R заменить другим, имеющим меньшее сопротивление?
- Какой вид имеет траектория движения электрона в пузырьковой камере, помещенной в магнитное поле?

– Можно ли в камере Вильсона наблюдать треки заряженной частицы со временем жизни 10^{-23} с?
– На каком принципе основано действие пузырьковой камеры?

Домашнее задание

1. Выучить §58;
2. Попробуйте решить следующую практическую задачу:

По трубопроводу течет бензин, а вслед за ним – нефть. Как определить момент, когда через данное сечение трубопровода проходит граница раздела бензина и нефти? (Пробу брать нельзя, но у вас есть счетчик Гейгера и радиоаткивный препарат).

Урок 50
Строение атомного ядра

Цели урока:

Познакомить учащихся со строением атомного ядра.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Расскажите об устройстве и принципе действия счетчика Гейгера.
– Для регистрации каких частиц применяется счетчик Гейгера?
– Расскажите об устройстве и принципе действия камеры Вильсона.
– Какие характеристики частиц можно определить с помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле?
– В чем преимущество пузырьковой камеры перед камерой Вильсона? Чем отличаются эти приборы?

II. Новый материал

В 1911 г. в результате исследований, проведенных Резерфордом по рассеянию α-частиц при прохождении через вещество, был открыт протон (ядро атома водорода), который обладает положительным электрическим зарядом, равным модулю заряда электрона.

Заряд ядра атома

Английский физик Г. Мозли в 1913 г. предсказал, что заряд ядра атома $q_я = Ze$, где e – элементарный электрический заряд; Z – порядковый номер элемента в таблице Менделеева, определяет число электронов в атоме. Химические свойства зависят только от зарядового числа.

Немецкие ученые В. Боте и Г. Беккер, изучая реакции (1930 г.), происходящие при облучении бериллия α-частицами, обнаружили новое излучение, обладающее очень большой проникающей способностью.

В 1932 г. английский физик Дж. Чэдвик выдвинул гипотезу: бериллиевые лучи состоят из нейтральных частиц, масса которых близка к массе протона. Их назвали нейтронами. Дальнейшие исследования показали, что нейтрон – нестабильная частица: свободный нейтрон за время 15 мин. распадается на протон, электрон и нейтрино – частицу, лишенную массы покоя. Масса нейтрона m_n = 1838,6 электронных масс, масса протона – m_p = 1836,1 электронных

масс, m_n больше m_p приблизительно на 2,5 массы электрона. После открытия нейтрона ${}^1_0n$ физики Д.Д. Иваненко и В.Г. Гейзенберг выдвинули гипотезу о протонно-нейтронном строении ядра. По этой гипотезе число протонов в ядре Z, чисто нейтронов N, массовое число – это суммарное число нуклонов в ядре – A:

$$A = Z + N,\ Z_p = Z_e.$$

$$1\text{а.е.м.} = \frac{1}{12} \cdot \frac{0{,}012\text{кг}}{6{,}022 \cdot 10^{23}} = 1{,}66058 \cdot 10^{-27}\,\text{кг}.$$

Изотопы

В 1911 г. Ф. Содди предложил, что ядра с одинаковым числом протонов, но различным числом нейтронов являются ядрами одного и того же химического элемента. Такие ядра он назвал изотопами. Изотоп имеют одинаковые химические свойства, что обусловлено одинаковым электрическим зарядом ядра, но разные физические свойства, обусловленные массой. Блестящее подтверждение – физический прибор масс-спектрометр.

Например, изотопы урана: ${}^{235}_{92}U$, ${}^{238}_{92}U$; изотопы водорода: ${}^1_1H$, ${}^2_1H$, ${}^3_1H$.

III. Вопросы и упражнения на закрепление

- Как иначе называется и каким символом обозначается ядро атома водорода?
- Каковы его масса и заряд?
- Как впервые было выдвинуто предположение о существовании электрически нейтральных частиц с массой приблизительно равной массе протона?
- Кто и когда первый доказал, что бериллиевое излучение представляет собой поток нейтронов?
- Как было доказано отсутствие электрического заряда у нейтронов? Как он обозначается?

Задачи

1. Ядром какого элемента является протон?
2. Сколько процентов составляет разность в массах покоя протона и нейтрона по отношению к массе покоя протона?
3. Сколько нуклонов содержат ядра лития ${}^6_3Li$, меди ${}^{64}_{29}Cu$, серебра ${}^{108}_{47}Ag$, свинца ${}^{207}_{82}Pb$?
4. Определите нуклоновый состав ядер гелия ${}^4_2He$ кислорода ${}^{16}_8O$, селена ${}^{79}_{34}Se$, ртути ${}^{200}_{80}Hg$, радия ${}^{226}_{88}Ra$, урана ${}^{235}_{92}U$.
5. Доля каких нуклонов в ядрах элементов возрастает с увеличением зарядового числа?
6. Назовите химический элемент, в атомном ядре которого содержатся нуклоны:
   а) 7p + 7n;
   б) 18p + 22n;
   в) 33p + 42n;
   г) 84p + 126n.

Домашнее задание

1. Выучить §59, 60, 61;
2. Упражнение 45.

Урок 51
Правило смещения

Цели урока:

Научить решать задачи по теме «Строение атомного ядра». Сформулировать правило смещения.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

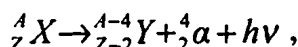
- Как называются протоны и нейтроны вместе?
- Как называется и какой буквой обозначается число протонов в ядре?
- Где ставится зарядовое число по отношению к символу элемента?
- Как в общем виде принято обозначать ядро любого химического элемента?
- Какой буквой обозначается число нейтронов в ядре?
- Как в общем виде принято обозначать ядро любого химического элемента?
- Какой формулой связаны между собой массовое число, зарядовое число и число нейтронов ядре?
- Каков состав изотопов неона $^{20}_{10}Ne$, $^{21}_{10}Ne$ и $^{22}_{10}Ne$?
- Изменяются ли массовое число, масса и порядковый номер элемента при испускании ядром γ-кванта? (*Z и M не меняются, масса изменяется на массу γ-кванта.*)

II. Новый материал

Альфа-распад

Превращение атомных ядер, сопровождаемое испусканием α-частиц, называется альфа-распадом.

Наиболее устойчивым из всех образований внутри ядра является образование двух протонов ^1_1p и двух нейтронов ^1_0n. Если при распределении энергии между частицами ядра это образование будет обладать энергией большей, чем энергия связи, то оно покинет ядро в виде α-частицы. Если ^A_ZX – материнское ядро, то превращение этого ядра при α-распаде происходит по следующей схеме:



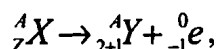
$$^A_ZX \to ^{A-4}_{Z-2}Y + ^4_2\alpha + h\nu,$$

где $^{A-4}_{Z-2}Y$ – символ дочернего ядра, $^4_2\alpha$ – ядро атома гелия ^4_2He; $h\nu$ – квант энергии, испускаемой ядром.

Например, $^{226}_{88}Ra \to ^{222}_{86}Rn + ^4_2He$ – т.е. происходит перемещение химического элемента на две клетки влево.

Бета-распад

Радиоактивные ядра могут выбрасывать поток электронов, которые рождаются согласно гипотезе Ферми, в результате превращения нейтронов в протоны в соответствии с правилом смещения:



$$^A_ZX \to ^A_{Z+1}Y + ^0_{-1}e,$$

т.е. массовое число ядра не изменяется.

Таким образом, при бета-распаде химический элемент перемещается на одну клетку вправо в периодической системе Менделеева и, кроме электронов, испускается элементарная частица – антинейтрино $\tilde{\nu}$.

Например: ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e + \tilde{\nu}$.

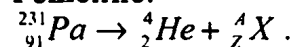
III. Вопросы на закрепление

- Сформулируйте и запишите правила смещения для альфа-распада.
- Сформулируйте и запишите правила смещения для бета-распада.
- Какие элементарные частицы испускаются при альфа- и бета-распадах?
- Какие из известных вам законов сохранения выполняются при радиоактивных превращениях?

IV. Решение задач

1. Протактиний ${}^{231}_{91}Pa$ α-радиоактивен. Определите, какой элемент получится с помощью этого распада?

Решение:



${}^{231}_{91}Pa \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$.

Z = 91 – 2 = 89, A = 231 – 4 = 227

Ответ: это активный ${}^{227}_{89}Ac$.

2. В какой элемент превращается ${}^{239}_{92}U$ после двух β-распадов и одного α-распада?

Ответ: изотоп урана ${}^{235}_{92}U$.

3. Ядро изотопа висмута ${}^{210}_{83}Bi$ получилось из другого ядра после одного α-распада и одного β-распада. Что это за ядро?

Ответ: изотоп полония ${}^{214}_{84}Po$.

Домашнее задание

§63, упражнение 47.

Урок 52
Ядерные силы, ядерные реакции. Энергия связи. Дефект масс

Цели урока:

Познакомить учащихся с понятием ядерной реакции, дефекта масс, энергии связи.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Что происходит с ядром радиоактивного элемента при α-распаде?
- Приведите пример реакции α-распада.
- Как читается правило смещения для α-распада?
- Что происходит в ядре атома, претерпевшего β-распад? Какие частицы при этом излучаются? Что происходит с зарядом ядра и почему?
- Сформулируйте правило смещения для β-распада.
- Изменится ли массовое число ядра при β-распаде? Почему?
- Каким видом излучения часто сопровождается α- и β-распад?

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Какой заряд имеют α -частица, β -частица?

а) α -частица – отрицательный, β -частица – положительный;

б) α - и β –частицы – положительный;

в) *α -частица – положительный, β -частица – отрицательный.*

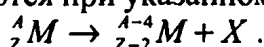
2. α -излучение – это:

а) поток электронов;

б) *поток ядер атомов гелия*;

в) излучение квантов энергии.

3. Какие частицы излучаются при указанном процессе распада:



$$^{A}_{Z}M \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}M + X .$$

а) *ядро гелия*;

б) электрон;

в) ядро гелия и электрон.

4. Тот факт, что при радиоактивных превращениях из атомов одних веществ образуются атомы других веществ, является доказательством того, что радиоактивные превращения претерпевают:

а) *ядра атомов*;

б) электронные оболочки;

в) кристаллы.

5. В результате β -распада новый элемент занял место в таблице Менделеева:

а) на две клетки правее;

б) на две клетки левее;

в) *на одну клетку правее*;

г) на одну клетку левее.

Вариант II

1. Какой заряд имеют β -частица, γ -частица?

а) β -частица – положительный, γ -излучение – отрицательный;

б) β -частица – отрицательный, γ -излучение не имеет заряда;

в) *β -частица и γ -излучение – отрицательный.*

2. β -излучение – это:

а) β -излучение квантов энергии;

б) поток ядер гелия;

в) *поток электронов.*

3. В результате какого радиоактивного распада натрий $^{22}_{11}Na$ превращается в $^{22}_{12}Mg$?

а) α -распада;

б) *β -распада.*

4. Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?

а) *чтобы избежать опасного излучения*;

б) чтобы увеличить период полураспада;

в) чтобы уменьшить явление радиоактивности.

5. Какие частицы или излучения имеют наибольшую проникающую способность?

а) α -частицы;

б) γ *-излучение*;

в) β -излучение.

III. Новый материал

Гипотеза о том, что атомные ядра состоят из протонов и нейтронов, подтверждалась многими экспериментами. Это свидетельствует о справедливости протонно-нейтронной модели строения ядра.

Но почему ядра не распадаются на отдельные нуклоны под действием сил электростатического отталкивания между положительными заряженными протонами?

Ядерные силы примерно в 100 раз превосходят электромагнитные. Это самые мощные силы из всех, которыми располагает природа. Поэтому взаимодействия ядерных частиц часто называют сильными взаимодействиями.

Силы притяжения, связывающие протоны и нейтроны в ядре, называются ***ядерными силами***.

Свойства ядерных сил:

- являются только силами притяжения;
- во много раз больше кулоновских сил;
- не зависят от наличия заряда;
- короткодействующие: заметны на $r \approx 2{,}2 \cdot 10^{-15}$ м;
- взаимодействуют с ограниченным числом нуклонов;
- не являются центральными.

Важную роль во всей ядерной физике играет понятие энергии связи ядра. Энергия связи позволяет объяснить устойчивость ядер, выяснить, какие процессы ведут к выделению ядерной энергии.

Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

На основании закона сохранения энергии можно также утверждать, что энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.

Энергия связи атомных ядер очень велика. Например: образование 4 г гелия сопровождается выделением такой же энергии, что и сгорание 1,5–2 вагонов каменного угля.

Наиболее простой путь нахождения этой энергии основан на применении закона о взаимосвязи массы и энергии:

$$E = mc^2.$$

Масса покоя ядра $M_я$ всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:

$$M_я < Zm_p + Nm_N$$

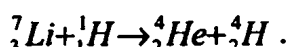
Т.е. существует ***дефект масс***:

$$\Delta m = Zm_p + Nm_N - M_я.$$

Энергия связи ядра:

$$\Delta E_{св} = \Delta mc^2 = (Zm_p + Nm_N - M_я)\, c^2.$$

Ядерными реакциями называют изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом. Первая ядерная реакция на быстрых протонах была осуществлена в 1932 г. Удалось расщепить литий на две α -частицы:



$$^{7}_{3}Li + ^{1}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}H .$$

IV. Вопросы на закрепление

- Какие силы действуют между нуклонами в атомном ядре?
- Проявлением какого вида фундаментальных взаимодействий являются эти силы?
- Какими свойствами обладают ядерные силы притяжения?
- Что называют энергией связи атомного ядра?
- Что называют дефектом массы?
- Напишите формулу дефекта массы.
- Что называют ядерными реакциями?

V. Решение задач

Задача 1

Вычислите дефект масс ядра кислорода $^{17}_{8}O$.

Дано:



$^{17}_{8}O$

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_я = 28{,}2282 \cdot 10^{-27}$ кг

$\Delta m = ?$

Решение:

Дефект массы ядра равен:

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_я$.

Из символической записи элемента $^{17}_{8}O$ следует, что $A = 17$ и $Z = 8$, т.е. в состав ядра кислорода входит 8 протонов и 9 нейтронов: $N = A - Z = 17 - 8 = 9$.

Тогда выражение для дефекта масс можно записать:

$\Delta m = 8 \cdot 1{,}6724 \cdot 10^{-27} + 9 \cdot 1{,}6748 \cdot 10^{-27} - 28{,}2282 \cdot 10^{-27} = 0{,}1656 \cdot 10^{-27} =$
$= 1{,}656 \cdot 10^{-28}$ кг

Ответ: $\Delta m \approx 1{,}6 \cdot 10^{-28}$ кг.

Задача 2

Найти энергию связи ядра изотопа лития $^{7}_{3}Li$.

Дано:



$^{7}_{3}Li$

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_Я = 11{,}6475 \cdot 10^{-27}$ кг

$c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с

$E_{СВ} - ?$

Решение:

Энергия связи ядра $E_{СВ} = \Delta m \cdot c^2$, где

Δm – дефект массы ядра:

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_Я$.

Отсюда $E_{СВ} = [Z \cdot m_n + (A - 2)\, m_n - M_Я] \cdot c^2$.

Из символической записи изотопа лития $^{7}_{3}Li$ видим, что $A = 7$ и $Z = 3$, т.е. в ядре изотопа лития 7 нуклонов, из них 3 протона и 4 нейтрона ($N = A - Z$).

Подставив значения A и Z в выражение энергии связи, получим:

$E_{СВ} = [3 \cdot m_p + 4\, m_n - M_Я] \cdot c^2$

$E_{СВ} = [3 \cdot 1{,}6724 \cdot 10^{-27} + 4 \cdot 1{,}6748 \cdot 10^{-27} - 11{,}6475 \cdot 10^{-27}] \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 0{,}6201 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 5{,}58 \cdot 10^{-13}$ Дж

Ответ: $E_{СВ} = 5{,}58 \cdot 10^{-13}$ Дж.

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить §64–65;

2. Решить задачи:

Задача 1

В результате захвата α-частицы ядром изотопа азота ${}^{14}_{7}N$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать реакцию и определить неизвестный элемент. (*Ответ*: ${}^{14}_{7}N+{}^{4}_{2}He \to {}^{1}_{1}H+{}^{17}_{8}O$.)

Задача 2

При бомбардировке изотопа азота ${}^{14}_{7}N$ нейтронами получается изотоп углерода ${}^{14}_{6}C$, который оказался β-радиоактивным. Напишите уравнения ядерных реакций. (*Ответ*: ${}^{1}_{1}H$ – протон: ${}^{14}_{7}N+{}^{1}_{0}n \to {}^{14}_{6}C+{}^{1}_{1}H$.)

Задача 3

Ядро какого элемента получается при взаимодействии нейтрона с протоном (сопровождающимся выделением γ-кванта)? (*Ответ*: изотоп водорода ${}^{2}_{1}H$ – дейтерий.)

Задача 4

Допишите реакцию: ${}^{10}_{5}B+{}^{1}_{0}n \to ? + {}^{7}_{3}Li$. Определите энергию связи ядра гелия. (*Ответ*: ${}^{10}_{5}B+{}^{1}_{0}n \to {}^{4}_{2}He+{}^{7}_{3}Li$; $E_{св} = 4{,}53 \cdot 10^{-11}$ Дж.)

Урок 53
Деление ядер урана

Цель урока:

Сформировать у учащихся представление о делении ядра урана.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Какой вопрос возникает в связи с гипотезой о том, что ядра атомов состоят из протонов и нейтронов?
- Какое предложение пришлось сделать ученым для ответа на этот вопрос?
- Как называются силы притяжения между нуклонами в ядре и каковы их характерные особенности?
- Что называется энергией связи ядра?
- Запишите форму для расчета энергии связи ядра по его дефекту масс.

II. Новый материал

Учащиеся самостоятельно читают §66 и составляют план-конспект прочитанного.

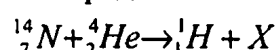
Вопросы:

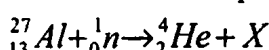
- Когда было открыто деление ядер урана при бомбардировке их нейтронами?
- Почему деление ядра может начаться только тогда, когда оно деформируется под действием поглощенного им нейтрона?
- Что образуется в результате деления ядра?
- В какую энергию переходит часть внутренней энергии ядра при его делении?
- В какой вид энергии преобразуется кинетическая энергия осколков ядра урана при их торможении в окружающей среде?

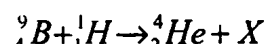
– Как идет реакция деления ядер урана с выделением энергии в окружающую среду или наоборот, с поглощением энергии?

III. Решение задач

1. Определить неизвестный продукт X каждой из ядерных реакций:

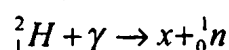

$^{14}_{7}N+^{4}_{2}He\to^{1}_{1}H+X$

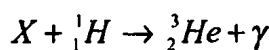

$^{27}_{13}Al+^{1}_{0}n\to^{4}_{2}He+X$

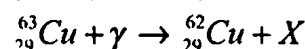

$^{9}_{4}B+^{1}_{1}H\to^{4}_{2}He+X$

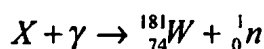

$^{4}_{5}B+^{4}_{2}He\to^{1}_{0}n+X$

2. Допишите недостающие обозначения:


$^{2}_{1}H+\gamma\to x+^{1}_{0}n$


$X+^{1}_{1}H\to^{3}_{2}He+\gamma$


$^{63}_{29}Cu+\gamma\to^{62}_{29}Cu+X$


$X+\gamma\to^{181}_{74}W+^{1}_{0}n$

3. Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия $^{127}_{13}Al$ α-частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.

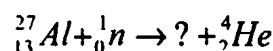
4. Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора $^{11}_{5}B$ α-частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов.

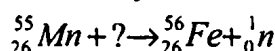
5. При бомбардировке изотопа бора $^{10}_{5}B$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α-частица. Написать реакцию.

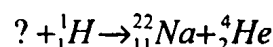
6. Элемент менделевий был получен при облучении эйнштейния $^{253}_{99}Es$ α-частицами с выделением нейтрона. Написать реакцию.

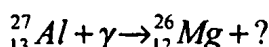
Домашнее задание

1. §66.
2. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:


$^{27}_{13}Al+^{1}_{0}n\to ?+^{4}_{2}He$


$^{55}_{26}Mn+?\to^{56}_{26}Fe+^{1}_{0}n$


$?+^{1}_{1}H\to^{22}_{11}Na+^{4}_{2}He$


$^{27}_{13}Al+\gamma\to^{26}_{12}Mg+?$

3. Элемент курчатовий получили, облучая плутоний $^{242}_{94}Pu$ ядрами неона $^{22}_{10}Ne$. Напишите реакцию, если известно, что в результате образуется еще четыре нейтрона.

Урок 54

Лабораторная работа 6 «Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям»

Цель урока:

Объяснить характер движения заряженных частиц.

Оборудование:

Фотографии треков заряженных частиц, полученных в камере Вильсона, пузырьковой камере и фотоэмульсии.

Ход работы

Пояснения к работе

При выполнении данной лабораторной работы следует помнить, что:

а) длина трека тем больше, чем больше энергия частицы (и чем меньше плотность среды);

б) толщина трека тем больше, чем больше заряд частицы и чем меньше ее скорость;

в) при движении заряженной частицы в магнитном поле трек ее получается искривленным, причем радиус кривизны трека тем больше, чем больше масса и скорость частицы и чем меньше ее заряд и модуль индукции магнитного поля;

г) частица двигалась от конца трека с большим радиусом кривизны к концу с меньшим радиусом кривизны (радиус кривизны по мере движения уменьшается, так как из-за сопротивления среды уменьшается скорость частицы).

Порядок выполнения работы

1. На двух из трех представленных вам фотографий изображены треки частиц, движущихся в магнитном поле. Укажите, на каких. Ответ обоснуйте.

2. Рассмотрите фотографию треков α-частиц, двигавшихся в камере Вильсона, и ответьте на данные ниже вопросы.

– В каком направлении двигались α-частицы?

– Длина треков α-частиц примерно одинакова. О чем это говорит?

– Как менялась толщина трека по мере движения частиц? Что из этого следует?

3. Дана фотография треков α-частиц в камере Вильсона, находившейся в магнитном поле. Определите по этой фотографии:

– Почему менялись радиус кривизны и толщина треков по мере движения α-частиц?

– В какую сторону двигались частицы?

4. Дана фотография трека электрона в пузырьковой камере, находившейся в магнитном поле. Определите по этой фотографии:

– Почему трек имеет форму спирали?

– В каком направлении двигался электрон?

– Что могло послужить причиной того, что трек электрона гораздо длиннее треков α-частиц?

Урок 55
Лабораторная работа
«Изучение деления ядра атома урана по фотографии треков»

Цель урока:

Убедиться в справедливости закона сохранения импульса на примере деления ядра урана.

Оборудование:

Фотография треков заряженных частиц образовавшихся в фотоэмульсии при делении ядра атома урана под действием нейтрона; линейка измерительная.

Ход работы

Пояснения к работе

На данной фотографии вы видите треки двух осколков, образовавшихся при делении ядра атома урана, захватившего нейтрон. Ядро урана находилось в точке g, указанной стрелочкой.

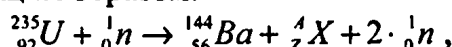
По трекам видно, что осколки ядра урана разлетелись в противоположных направлениях (излом левого трека объясняется столкновением осколка с ядром одного из атомов фотоэмульсии, в которой он двигался).

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь законом сохранения импульса, объясните, почему осколки, образовавшиеся при делении ядра атома урана, разлетелись в противоположных направлениях.

2. Известно, что осколки ядра урана представляют собой ядра атомов двух разных химических элементов (например, бария, ксенона и др.) из середины таблицы Д.И. Менделеева.

Одна из возможных реакций деления урана может быть записана в символическом виде следующим образом:



$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{144}_{56}Ba + ^{A}_{Z}X + 2 \cdot ^{1}_{0}n,$$

где символом $^{A}_{Z}X$ обозначено ядро атома одного из химических элементов.

Пользуясь законом сохранения заряда и таблицей Д.И. Менделеева, определите, что это за элемент.

Урок 56
Решение задач

Цель урока:

Учить применять физические законы при решении задач.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- Что такое изотоп?
- Как читается правило смещения для α-распада?
- Сформулируйте правило смещения для β-распада.
- Каким видом излучения часто сопровождается α- и β-распад?
- Запишите формулу для определения дефекта масс любого ядра.
- Запишите формулу для расчета энергии связи ядра по его дефекту масс.
- Какой формулой связаны между собой массовое число, зарядовое число и число нейтронов в ядре?
- Как называются протоны и нейтроны вместе?
- Изменяется ли массовое число ядра при β-распаде?
- Что происходит с ядром радиоактивного элемента при α-распаде?

II. Решение задач

Для самостоятельного решения учитель может выбрать ряд задач из предложенных:

1. Под действием какой силы α- и β-излучение отклоняется в магнитном поле? Что произойдет с изотопом урана-237 при β-распаде? Как изменяется массовое число нового элемента? Влево или вправо в таблице Менделеева происходит сдвиг? Записать реакцию.

2. Записать реакцию непосредственного превращения актиния-227 во франций-233; α- или β-распад имеет здесь место?

3. Во что превращается $^{238}_{92}U$ после одного α-распада и двух β-распадов?

4. Во что превращается изотоп тория $^{234}_{90}Th$, ядра которого претерпевают три последовательных α-распада?

5. Какое из трех α-, β- и γ-излучений не отклоняется магнитным и электрическим полями?

6. Ядра изотопа $^{232}_{90}Th$ претерпевают α-распад, два β-распада и еще один α-распад. Какие ядра после этого получаются?

7. Каков состав ядер водорода $^{3}_{1}H$ и урана $^{238}_{92}U$? Что можно сказать о количестве нейтронов в ядрах с возрастанием их порядкового номера?

8. При бомбардировке нейтронами атома азота $^{14}_{7}N$ испускается протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота? Напишите реакцию.

9. Каков состав изотопов неона $^{20}_{10}Ne$, $^{21}_{10}Ne$ и $^{22}_{10}Ne$? Что характерно для изотопов одного элемента?

10. Ядро изотопа магния с массовым числом 25 подвергается бомбардировке протонами. Ядро какого элемента при этом образуется, если ядерная реакция сопровождается излучением α-частиц?

11. При бомбардировке α-частицами алюминия образуется новое ядро и нейтрон. Записать ядерную реакцию и определить, ядро какого элемента при этом образуется.

12. Каков состав ядер натрия $^{22}_{11}Na$, фтора $^{19}_{9}F$ и менделеевия $^{257}_{101}Md$?

13. Допишите реакции: $^{239}_{94}Pu+^{4}_{2}He \rightarrow ?+^{1}_{0}n$; $^{2}_{1}H+\gamma \rightarrow ^{1}_{1}H+?$.

14. Каков состав ядер серебра $^{107}_{47}Ag$, кюрия $^{247}_{96}Cm$ и радия $^{226}_{88}Ra$?

15. Каков состав ядер германия $^{73}_{32}Ge$, ниобия $^{93}_{41}Nb$ и свинца $^{207}_{82}Pb$?

16. Ядро тория $^{230}_{90}Th$ превратилось в ядро радия $^{226}_{88}Ra$. Какую частицу выбросило ядро тория? Напишите реакцию.

17. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

$^{65}_{30}Zn+^{1}_{0}n \rightarrow ?+^{4}_{2}He$ $\qquad$ $^{14}_{7}N+^{1}_{1}H \rightarrow ?+^{1}_{0}n$

$?+^{1}_{1}H \rightarrow ^{24}_{12}Mg+^{4}_{2}He$ $\qquad$ $^{27}_{13}Al+\gamma \rightarrow ^{23}_{11}Na+?$

18. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:

$^{41}_{19}K+? \rightarrow ^{44}_{20}Ca+^{1}_{1}H$ $\qquad$ $^{55}_{25}Mn+^{1}_{1}H \rightarrow ^{35}_{26}Fe+?$

$?+^{4}_{2}He \rightarrow ^{10}_{5}B+^{1}_{0}n$ $\qquad$ $^{2}_{1}H+\gamma \rightarrow ?+^{1}_{0}n$

Домашнее задание

Повторить §57–65, подготовиться к контрольной работе.

Урок 57(1)
Контрольная работа по теме «Ядерная физика»

Цели урока:

Выявить знания учащихся по теме «Ядерная физика».

Ход урока

Вариант I

1. Опишите состав атомов изотопов $^{7}_{3}Li$ и $^{6}_{3}Li$.

2. Ядро тория $^{230}_{90}Th$ превратилось в ядро радия $^{226}_{88}R$. Какую частицу

выбросило ядро тория? Напишите уравнение этого радиоактивного распада.

(*Ответ*: $^{230}_{90}Th \rightarrow ^{226}_{88}Ra + ^{4}_{2}He$; α-частицу.)

3. При взаимодействии атомов дейтерия с ядром бериллия $^{9}_{4}Be$ испускается нейтрон. Напишите уравнение ядерной реакции.

(*Ответ*: $^{2}_{1}H + ^{9}_{4}Be \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{10}_{5}B$.)

4. Вычислите энергию связи ядра алюминия $^{27}_{13}Al$, если m_p = 1,00728 а.е.м, m_n = 1,00866 а.е.м, $M_я$ = 26,98146 а.е.м.

(*Ответ*: $\Delta m = 3{,}89 \cdot 10^{-28}$ кг, $E_{св} = 3{,}5 \cdot 10^{-11}$ Дж; или Δm = 0,23442 а.е.м., $E_{св}$ = 218 МэВ.)

Вариант II

1. Опишите состав атомов изотопов $^{15}_{8}O$ и $^{16}_{8}O$.

2. При бомбардировке нейтронами атома азота $^{14}_{7}N$ испускается протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота? Напишите реакцию.

(*Ответ*: $^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{14}_{6}C$.)

3. При бомбардировке нейтронами атома алюминия $^{27}_{13}Al$ испускается α-частица. В ядро какого изотопа превращается ядро алюминия? Напишите уравнение реакции.

(*Ответ*: Δm = 0,08705 а.е.м, $E_{св}$ = 81,1 МэВ.)

4. Найдите дефект масс и энергию связи трития $^{3}_{1}H$.

(*Ответ*: $\Delta m = 1{,}51 \cdot 10^{-29}$ кг, $E_{св} = 1{,}36 \cdot 10^{-12}$ Дж; или Δm = 0,009106 а.е.м., $E_{св}$ = 8,48 МэВ.)

Урок 57 (2)
Контрольный тест по теме «Ядерная физика»

Цель урока:

Выявить знания учащихся по теме «Ядерная физика».

Ход урока

Вариант I

1. Кто открыл явление радиоактивности?

а) М. Кюри; б) Н. Бор;
в) Дж. Томсон; г) Э. Резерфорд;
д) *Беккерель.*

2. Изменяется ли атом в результате радиоактивного распада?

а) атом не изменяется;
б) изменяется запас энергии атома, но атом остается атомом того же химического элемента;
в) *атом изменяется, превращается в атом другого химического элемента*;
г) атом на короткое время изменяется, то очень быстро возвращается в прежнее исходное состояние;
д) в результате радиоактивного распада атом полностью исчезает.

3. Что такое β -излучение?
а) поток положительных ионов водорода;
б) поток быстрых двухзарядных ионов гелия;
в) *поток быстрых электронов*;
г) поток квантов электромагнитного излучения высокой энергии;
д) поток нейтральных частиц.

4. Какой прибор позволяет наблюдать следы заряженных частиц в виде полосы из капель воды в газе?
а) фотопластинка;
б) сцинцилляционный источник;
в) счетчик Гейгера-Мюллера;
г) *камера Вильсона*;
д) электронный микроскоп.

5. В атомном ядре содержится 25 протонов и 30 нейтронов. Каким положительным зарядом, выраженным в элементарных электрических зарядах $+e$, обладает это атомное ядро?
а) $+5e$; б) $+25e$;
в) $+30e$; г) $+55e$;
д) 0.

6. Из каких частиц состоят ядра атомов?
а) из протонов;
б) из нейтронов;
в) из протонов, нейтронов и электронов;
г) *из протонов и нейтронов*;
д) из протонов и электронов.

7. Сколько электронов содержится в электронной оболочке нейтрального атома, у которого ядро состоит из 6 протонов и 8 нейтронов?
а) *6*; б) 8;
в) 2; г) 14;
д) 0.

8. Энергия связи ядра из двух протонов и трех нейтронов равна 27,4 МэВ. Чему равна удельная энергия связи ядра?
а) 13,64 МэВ/нукл; б) 9,11 МэВ/нукл;
в) *5,47 МэВ/нукл*; г) 54,68 МэВ/нукл.

9. Какие частицы из перечисленных ниже легче других способны проникать в атомное ядро и вызывать ядерные реакции?
а) электроны; б) протоны;
в) α -частицы; г) *нейтроны*;
д) все перечисленные в а)–г) примерно одинаково.

10. При столкновении протона ${}_1^1p$ с ядром атома изотопа лития ${}_3^7Li$ образуется ядро изотопа бериллия ${}_4^7Be$ и вылетает какая-то еще частица X: ${}_3^7Li+{}_1^1p \rightarrow {}_4^7Be+X$. Какая это частица?
а) гамма-квант; б) электрон;
в) позитрон; г) протон;
д) *нейтрон*.

Вариант II

1. По какому действию было открыто явление радиоактивности?
а) *по действию на фотопластинку*;
б) по ионизирующему действию на воздух;
в) по вспышкам света, вызываемым в кристаллах ударами частиц;
г) по следам в камере Вильсона;
д) по импульсам тока в счетчике Гейгера-Мюллера.

2. Что такое α -излучение?
а) поток положительный ионов водорода;
б) поток быстрых двухзарядных ионов гелия;
в) *поток быстрых электронов*;
г) поток квантов электромагнитного излучения высокой энергии.

3. Что такое γ -излучение?
а) поток положительный ионов водорода;
б) поток быстрых двухзарядных ионов гелия;
в) поток быстрых электронов;
г) *поток квантов электромагнитного излучения высокой энергии*;
д) поток центральных частиц.

4. Какой прибор при прохождении через него ионизирующей частицы выдает сигнал в виде кратковременного импульса электрического тока?
а) *счетчик Гейгера-Мюллера*; б) камера Вильсона;
в) фотоэлемент; г) осциллограф;
д) динамик.

5. Что одинаково у атомов разных изотопов одного химического элемента и что у них различно?
а) одинаковы заряды и массы атомных ядер, различны химические свойства атомов;
б) одинаковы заряды ядер, различны массы ядер и химические свойства атомов;
в) *одинаковы заряды ядер и химические свойства атомов, различны массы ядер*;
г) одинаковы массы ядер, различны заряды ядер и химические свойства атомов;
д) одинаковы массы ядер и химические свойства атомов, различны заряды ядер.

6. В атомном ядре содержится Z протонов и N нейтронов. Чему равно массовое число A этого ядра?
а) Z; б) N;
в) $Z - N$; г) $N - Z$;
д) $Z + N$;

7. Масса атомного ядра из Z протонов и N нейтронов равна $m_я$, масса протона m_p, масса нейтрона m_N. Чему равна энергия связи ядра?
а) $m_я \cdot c^2$; б) $(m_я + Z \cdot m_p + N \cdot m_N) \cdot c^2$;
в) $(m_я - Z \cdot m_p - N \cdot m_N) \cdot c^2$; г) $(Z \cdot m_p + N \cdot m_N - m_я) \cdot c^2$;
д) $(Z \cdot m_p + N \cdot m_N) \cdot c^2$.

8. Для вычисления энергии связи ядра в СИ по формуле $E_{св} = \Delta mc^2$ в каких единицах нужно выразить значение дефекта массы Δm ядра?

а) в атомных единицах массы;
б) в мегаэлектронвольтах (МэВ);
в) в миллиграммах;
г) в граммах;
д) *в килограммах.*

9. Может ли при осуществлении ядерной реакции выделиться большее количество энергии, чем приносит в ядро частица, вызывающая реакцию?

а) может, но только в реакциях синтеза;
б) может, но только в реакциях деления ядер;
в) *может в различных типах реакций*;
г) не может ни в каких реакциях;
д) выделение энергии всегда равно поглощенной энергии.

10. Ядро атома изотопа азота $^{14}_{7}N$ поглощает нейтрон $^{1}_{0}n$, испускает протон $^{1}_{1}p$ и превращается в ядро X: $^{14}_{7}N+^{1}_{0}n \to ^{1}_{1}p + X$. Ядром какого изотопа является ядро X?

а) $^{15}_{7}N$; б) $^{16}_{7}N$;
в) $^{14}_{6}C$; г) $^{15}_{6}C$.

Урок 58
Цепная ядерная реакция

Цели урока:

Сформировать у учащихся представление о цепной ядерной реакции, выяснить условие ее протекания.

Ход урока

I. Анализ контрольной работы

II. Проверка домашнего задания, повторение

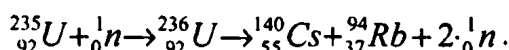
- Из чего состоит ядро?
- Какую массу имеют нейтроны? Каков заряд нейтрона?
- Каков состав ядра натрия Na?
- Как проявляют себя ядерные силы?
- Что произошло бы, если действовали одни кулоновские силы?
- Сколько нейтронов содержит изотоп урана $^{238}_{92}U$? Чему равно число протонов в ядре?
- Что можно сказать про заряды протона и электрона?
- Чем отличается химический элемент и его изотоп?

III. Новый материал

Цепная реакция деления ядер урана

В 1940 г. Г.И. Флеров и В. Петржак обнаружили самопроизвольное (спонтанное) деление ядер урана.

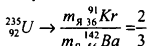
В 1938 г. О. Ган и Ф. Штрассман открыли: ядра урана при бомбардировке его нейтронами образуют другие элементы. А объяснение этому явлению было дано в 1939 г. австрийским физиком Л. Майтнером и английским физиком О. Фришем:



$$^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\to^{236}_{92}U\to^{140}_{55}Cs+^{94}_{37}Rb+2\cdot^{1}_{0}n.$$

(Бомбардировка нейтронами дает $^{236}_{92}U$, который распадается на цезий и рубидий)

Позже обнаружили, что при бомбардировке нейтронами $^{235}_{92}U$ образуются 80 различных ядер. Наиболее вероятное деление оказалось:



$$^{235}_{92}U\to\frac{m_я\,^{91}_{36}Kr}{m_я\,^{142}_{56}Ba}=\frac{2}{3}$$

Этот процесс происходит с выделением энергии 200 МэВ = $3{,}2\cdot10^{-11}$ Дж. Энергия выделяется в виде:

а) $E_к$ осколков ≈ $2{,}6\cdot10^{-11}$ Дж.
б) $E_к$ нейтронов ≈ $0{,}1\cdot10^{-11}$ Дж.
в) γ-излучения ≈ $0{,}5\cdot10^{-11}$ Дж.
г) β-излучения

Механизм деления

Н. Бор предложил капельную модель ядра атома. Она дает представление о ядре как о положительно заряженной капле жидкости. Ядро, поглотившее нейтрон, находится в возбужденном состоянии и подобно капле ртути при толчке начинает колебаться, изменяя свою форму. Когда энергия возбуждения станет больше энергии связи, то за счет кулоновских сил ядро разорвется на две части, которые разлетятся в противоположные стороны. Таким образом, кинетическая энергия новых ядер обусловливается кулоновскими силами.

Цепная реакция деления ядер урана – это реакция, в которой частицы (нейтроны), вызывающие эту реакцию, образуются в процессе деления ядра. Для осуществления цепной реакции пригодны лишь ядра $^{235}_{92}U$. Естественный уран состоит из $^{235}_{92}U$ (0,7%), $^{238}_{92}U$ (97,3%). Ядра $^{235}_{92}U$ делятся как быстрыми, так и медленными нейтронами. $^{238}_{92}U$ – только быстрыми с энергией 1 МэВ. Нейтронов с такой энергией при делении 60%, но только один из пяти производит деление.

Цепную реакцию чистого изотопа $^{238}_{92}U$ осуществить медленными нейтронами невозможно. Для ее течения необходимо, чтобы коэффициент размножения k нейтронов был ≥ 1. В этом случае число нейтронов $^{1}_{0}n$ увеличивается или остается постоянным и цепная реакция протекает. При $k < 1$ число $^{1}_{0}n$ убывает и цепная реакция невозможна.

Коэффициент размножения увеличивается при захвате медленных $^{1}_{0}n$ ядром $^{235}_{92}U$ или быстрых $^{1}_{0}n$ ядрами $^{238}_{92}U$ и $^{235}_{92}U$ с последующим делением. Уменьшается при захвате нейтрона ядром без последующего деления, при вылете нейтрона из делящегося вещества, при захвате нейтрона продуктами деления, замедлителями и конструктивными элементами установки.

С целью уменьшения вылета $^{1}_{0}n$ увеличивают масса урана. Количество распавшихся ядер пропорционально массе урана, которая растет быстрее, чем площадь его поверхности, если форма урана с критической массой шарообразна.

Минимальное значение массы урана, при которой возможна цепная реакция, называется критической массой. В зависимости от устройства установок и типа горючего критическая масса изменяется от 250 г до сотен килограммов.

Существуют два вида ядерных реакций: неуправляемая цепная реакция и управляемая цепная реакция.

IV. Упражнения и вопросы для повторения:

– Что называют цепной ядерной реакцией?
– Благодаря чему оказалось возможным осуществление цепной ядерной реакции деления?
– Что называют коэффициентом размножения нейтронов?
– Чем вызвана необходимость замедления нейтронов, испускаемых при делении ядер?
– Перечислите условия протекания цепной ядерной реакции в уране 325.

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить материал параграфа 67;

2*. Один из путей, которыми осуществляется деление ядер при цепной ядерной реакции, выглядит так: уран $^{238}_{92}U$, захватывая медленный нейрон n, распадается на два радиоактивных осколка – цезий $^{132}_{55}Cs$ и рубидий $^{94}_{37}Rb$ и несколько нейтронов. Осколки претерпевают цепочку бетта-распадов, сопровождаемых гамма-излучением. Конечные продукты – церий $^{140}_{58}Ce$ и цирконий $^{94}_{40}Zr$. Запишите все семь ядерных реакций.

Урок 59
Ядерный реактор

Цель урока:

Объяснить принцип действия ядерного реактора.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Расскажите о механизме протекания цепной ядерной реакции.
– Что называется критической массой урана?
– Возможно ли протекание цепной реакции, если масса урана меньше критической? Почему?
– Как идет цепная ядерная реакция в уране, если его масса больше критической? Почему?
– За счет каких факторов можно увеличить число свободных нейтронов в куске урана, обеспечив тем самым возможность протекания в нем реакции?

II. Новый материал

Ядерные реакторы

При делении тяжелых ядер образуется несколько свободных нейтронов. Это позволяет организовать так называемую цепную реакцию, когда нейтроны, распространяясь в среде, содержащей тяжелые элементы, могут вызвать их деление с испусканием новых свободных нейтронов. Если среда такова,

что число вновь рождающихся нейтронов увеличивается, то процесс деления лавинообразно нарастает. В случае, когда чисто нейтронов при последующих делениях уменьшается, цепная ядерная реакция затухает.

Для получения стационарной цепной ядерной реакции, очевидно, необходимо создать такие условия, чтобы каждое ядро, поглотившее нейтрон, при делении выделяло в среднем один нейтрон, идущий на деление второго тяжелого ядра.

Ядерным реактором называется устройство, в котором осуществляется и поддерживается управляемая цепная реакция деления некоторых тяжелых ядер.

Цепная ядерная реакция в реакторе может осуществляться только при определенном количестве делящихся ядер, которые могут делиться при любой энергии нейтронов. Из делящихся материалов важнейшим является изотоп $^{235}_{92}U$, доля которого в естественном уране оставляет всего 0,714%.

Ядерные реакторы в зависимости от взаимного размещения горючего и замедлителя подразделяются на гомогенные и гетерогенные. В гомогенном реакторе активная зона представляет собой однородную массу топлива, замедлителя и теплоносителя в виде раствора, смеси или расплава. Гетерогенным называется реактор, в котором топливо в виде блоков или тепловыделяющих сборок размещено в замедлителе, образуя в нем правильную геометрическую решетку.

При работе реактора в тепловыводящих элементах (твэлах), а также во всех его конструктивных элементах в различных количествах выделяется теплота. Особенность ядерного реактора состоит в том, что 94% энергии деления превращается в теплоту практически мгновенно, т.е. за время, в течение которого мощность реактора или плотность материалов в нем не успевает заметно измениться. Поэтому при изменении мощности реактора тепловыделение следует без запаздывания за процессом деления топлива. Однако при выключении реактора, когда скорость деления уменьшается более чем в десятки раз, в нем остаются источники запаздывающего тепловыделения (гамма- и бета-излучение продуктов деления), которые становятся преобладающими.

Мощность ядерного реактора пропорциональна плотности потока нейтронов в нем, поэтому теоретически достижима любая мощность. Практически же предельная мощность определяется скоростью отвода теплоты, выделяемой в реакторе. Удельный теплосъем в современных энергетических реакторах составляет 10^2–10^3 МВт/м^3, в вихревых – 10^4–10^5 МВт/м^3.

От реактора теплота отводится циркулирующим через него теплоносителем. Характерной особенностью реактора является остаточное тепловыделение после прекращения реакции деления, что требует отвода теплоты в течение длительного времени после остановки реактора. Хотя мощность остаточного тепловыделения значительно меньше номинальной, циркуляция теплоносителя через реактор должна обеспечиваться очень надежно, так как остаточное тепловыделение регулировать нельзя. Удаление теплоносителя из работавшего некоторое время реактора категорически запрещено во избежание перегрева и повреждения тепловыделяющих элементов.

Устройство энергетических ядерных реакторов

Главным элементом ядерного реактора является активная зона. В ней размещается ядерное топливо и осуществляется цепная реакция деления. Активная зона представляет собой совокупность определенным образом размещенных тепловыделяющих элементов, содержащих ядерное топливо. В реакторах на тепловых нейтронах используется замедлитель. Через активную зону прокачивается теплоноситель, охлаждающий тепловыделяющие элементы. В некоторых типах реакторов роль замедлителя и теплоносителя выполняет одно и то же вещество, например, обычная или тяжелая вода. Для управления работой реактора в активную зону вводятся регулирующие стержни из материалов, имеющих большое сечение поглощения нейтронов. Активная зона энергетических реакторов окружена отражателем нейтронов – слоем материала замедлителя для уменьшения утечки нейтронов из активной зоны. Кроме того, благодаря отражателю происходит выравнивание нейтронной плотности и энерговыделения по объему активной зоны, что позволяет при данных размерах зоны получить большую мощность, добиться более равномерного выгорания топлива, увеличить продолжительность работы реактора без перегрузки топлива и упростить систему теплоотвода. Активная зона, отражатель и другие элементы размещаются в герметичном корпусе или кожухе, обычно окруженном биологической защитой.

Основной конструктивной деталью гетерогенной активной зоны является твэл, в значительной мере определяющий ее надежность, размеры и стоимость. В энергетических реакторах, как правило, используются стержневые твэлы с топливом в виде прессованных таблеток двуокиси урана, заключенных в оболочку из стали или циркониевого сплава.

В твэлах происходит генерация основной доли тепловой энергии и передача ее теплоносителю. Более 90% всей энергии, освобождающейся при делении тяжелых ядер, выделяется внутрь твэлов и отводится обтекающим твэлы теплоносителем. Энергонапряженность ядерного топлива очень высока. Удельное тепловыделение в активной зоне достигает 10^8–10^9 Вт/м^3, в то время как в современных паровых котлах оно не превышает 10^7 Вт/м^3.

Условия работы твэлов в значительной мере определяются конструкцией активной зоны, которая должна обеспечивать проектную геометрию размещения твэлов и необходимое, с точки зрения температурных условий, распределение теплоносителя. Через активную зону при работе реактора из мощности должен поддерживаться стабильный расход теплоносителя, гарантирующего надежный теплоотвод. Активная зона должна быть оснащена датчиками внутриреакторного контроля, которые дают информацию о распределении мощности, нейтронного потока, температурных условиях твэлов и расходе теплоносителя. При конструировании активной зоны должна быть предусмотрена возможность введения поглотителя нейтронов для прекращения цепной реакции в любых случаях, связанных с нарушением охлаждения активной зоны.

Классификация реакторов.

Реакторы классифицируют по уровню энергии нейтронов, участвующих в реакции деления, по принципу размещения топлива и замедлителя, целевому назначению, виду замедлителя и теплоносителя и их физическому состоянию.

По уровню энергетических нейтронов реакторы могут работать на быстрых нейтронах, на тепловых и на нейтронах промежуточных (резонансных) энергий и в соответствии с этим делятся на реакторы на тепловых, быстрых и промежуточных нейтронах (иногда для краткости их называют тепловыми, быстрыми и промежуточными).

В настоящее время наибольшее распространение получили реакторы на тепловых нейтронах. Для тепловых реакторов характерны концентрации ядерного топлива $^{235}_{92}U$ в активной зоне от 1 до 100 кг/м^3 и наличие больших масс замедлителя. Для реактора на быстрых нейтронах характерны концентрации ядерного топлива $^{235}_{92}U$ или $^{239}_{92}U$ порядка 1000 кг/м^3 и отсутствие замедлителя в активной зоне.

В реакторах на промежуточных нейтронах в активной зоне замедлителя очень мало, и концентрация ядерного топлива $^{235}_{92}U$ в ней от 100 до 1000 кг/м^3.

В зависимости от способа размещения топлива в активной зоне реакторы делятся на гомогенные и гетерогенные.

В гомогенном реакторе ядерное топливо, теплоноситель и замедлитель (если они есть) тщательно перемешаны и находятся в одном физическом состоянии, т.е. активная зона полностью гомогенного реактора представляет жидкую, твердую или газообразную однородную смесь ядерного топлива, теплоносителя или замедлителя. Гомогенные реакторы могут быть как на тепловых, так и на быстрых нейтронах. Однако гомогенные реакторы имеют и серьезные недостатки. Гомогенная смесь циркулирующая по контуру, испускает сильное радиоактивное излучение, что требует дополнительной защиты и усложняет управление реактором. Только часть топлива находится в реакторе и служит для выработки энергии, а другая часть – во внешних трубопроводах, теплообменниках и насосах. Циркулирующая смесь вызывает сильную коррозию и эрозию систем и устройств реактора и контура. Образование в гомогенном реакторе в результате радиолиза воды взрывоопасной гремучей смеси требует устройств для ее дожигания. Все это привело к тому, что гомогенные реакторы не получили широкого распространения.

В гетерогенном реакторе топливо в виде блоков размещено в замедлителе, т.е. топливо и замедлитель пространственно разделены. В настоящее время для энергетических целей проектируют только гетерогенные реакторы. Ядерное топливо в таком реакторе может использоваться в газообразном, жидком и твердом состояниях. Однако сейчас гетерогенные реакторы работаю только на твердом топливе.

В зависимости от замедляющего вещества гетерогенные реакторы делятся на графитовые, легководные, тяжеловодные и органические. По виду теплоносителя гетерогенные реакторы бывают легководные, тяжеловодные, газовые и жидкометаллические. Жидкие теплоносители внутри реактора могут быть в однофазном и двухфазном состояниях. В первом случае теплоноситель внутри реактора не кипит, а во втором – кипит.

Реакторы, в активной зоне которых температура жидкого теплоносителя ниже температуры кипения, называется реакторами с водой под давлением, а реакторы, внутри которых происходит кипение теплоносителя, – кипящими.

В зависимости от назначения ядерные реакторы бывают энергетические, конверторы и размножители, исследовательские и многоцелевые, транспортные и промышленные.

Ядерные энергетические реакторы используются для выработки электроэнергии на атомных электростанциях, в судовых энергетических установках, на атомных теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), а также на атомных станциях теплоснабжения (АСТ).

Реакторы, предназначенные для производства вторичного ядерного топлива из природного урана и тория, называются конверторами или размножителями. В реакторе-конверторе вторичного ядерного топлива образуется меньше первоначально израсходованного.

В реакторе-размножителе осуществляется расширенное воспроизводство ядерного топлива, т.е. его получается больше, чем было затрачено.

Исследовательские реакторы служат для исследований процессов взаимодействия нейтронов с веществом, изучения поведения реакторных материалов в интенсивных полях нейтронного и гамма-излучений, радиохимических и биологических исследований, производства изотопов, экспериментального исследования физики ядерных реакторов.

Реакторы имеют различную мощность, стационарный или импульсный режим работы. Наибольшее распространение получили водо-водяные исследовательские реакторы на обогащенном уране. Тепловая мощность исследовательских реакторов колеблется в широком диапазоне и достигает нескольких тысяч киловатт.

Многоцелевыми называются реакторы, служащие для нескольких целей, например, для выработки энергии и получения ядерного топлива.

Заключение

Энергетическая проблема – одна из важнейших проблем, которые сегодня приходится решать человечеству. Уже стали привычными такие достижения науки и техники, как средства мгновенной связи, быстрый транспорт, освоение космического пространства. Но все это требует огромных затрат энергии. Резкий рост производства и потребления энергии выдвинул новую острую проблему загрязнения окружающей среды, которое представляет серьезную опасность для человечества.

Мировые энергетические потребности в ближайшие десятилетия будут интенсивно возрастать. Какой-либо один источник энергии не сможет их обеспечить, поэтому необходимо развивать все источники энергии и эффективно использовать энергетические ресурсы.

На ближайшем этапе развития энергетики (до 2000 г.) и первые десятилетия XXI в. наиболее перспективными останутся угольная энергетика и ядерная энергетика с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах.

Сегодня масштабы потребления энергии цивилизаций даже второго класса выглядит фантастикой.

Однако можно надеяться, что человечество не остановится на пути прогресса, связанного с потреблением энергии во всевозрастающих количествах.

III. Вопросы на закрепление

- Что называют ядерным реактором?
- Что является ядерным горючим в реакторе?
- Какое вещество служит замедлителем нейтронов в ядерном реакторе? Каково назначение замедлителя нейтронов?
- Что используется в качестве теплоносителя в ядерных реакторах?

– Что используется в системе управления ходом цепной ядерной реакции деления?
– Что применяется в системе биологической защиты от потока нейтронов и гамма-излучения, возникающих в реакторе?

Домашнее задание

1. Прочитать и выучить материал § 68;
2. Ответить на вопрос микротеста:

Ядерные реакторы на быстрых нейтронах называют реакторами-размножителями. Что размножают такие реакторы?

а) ядерное горючее;

б) нейтроны;

в) на этих реакторах разгоняют нейтроны до таких скоростей, при которых они могут осуществлять цепные ядерные реакции, т.е. размножаться.

Урок 60
Атомная энергетика (продолжение)

Цель урока:

Показать необходимость такой отрасли как атомная энергетика.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

– Что такое ядерный реактор?
– В чем заключается управление ядерной реакции?
– Назовите основные части реактора.
– Что находится в активной зоне?
– Для чего нужно, чтобы масса каждого уранового стержня была меньше критической массы?
– Для чего нужны регулирующие стержни. Как ими пользуются?
– Какую вторую функцию (помимо замедления нейтронов) выполняет вода в первом контуре реактора?
– Какие процессы происходят во втором контуре?
– Какие преобразования энергии происходят при получении электрического тока на атомных электростанциях?

II. Новый материал

Ядерная энергетика

Применение ядерной энергии для преобразования ее в электрическую впервые было осуществлено в нашей стране в 1954 г. В г. Обнинске была введена в действие первая атомная электростанция (АЭС) мощностью 5000 Вт. Энергия, выделяющаяся в ядерном реакторе, использовалась для превращения воды в пар, который вращал затем связанную с генератором турбину.

По такому же принципу действуют введенные в эксплуатацию Нововоронежская, Ленинградская, Курская, Кольская и другие АЭС. Реакторы этих станций имеют мощность 500–1000 МВт.

Атомные электростанции строятся, прежде всего, в европейской части страны. Это связано с преимуществами АЭС по сравнению с тепловыми

электростанциями, работающими на органическом топливе. Ядерные реакторы не потребляют дефицитного органического топлива и не загружают перевозками угля железнодорожный транспорт. Атомные электростанции не потребляют атмосферный кислород и не засоряют среду золой и продуктами сгорания. Однако, размещение АЭС в густонаселенных областях таит в себе потенциальную угрозу.

В реакторах на тепловых (т.е. медленных) нейтронах уран используется лишь на 1–2%. Полное использование урана достигается в реакторах на быстрых нейтронах, в которых обеспечивается также воспроизводство нового ядерного горючего в виде плутония. В 1980 г. на Белоярской АЭС состоялся пуск первого в мире реактора на быстрых нейтронах мощностью 600 МВт.

Ядерной энергетике, как и многим другим отраслям промышленности, присущи вредные или опасные факторы воздействия на окружающую среду. Наибольшую потенциальную опасность представляет радиоактивное загрязнение. Сложные проблемы возникают с захоронением радиоактивных отходов и демонтажей отслуживших свой срок АЭС. Срок их службы около 20 лет, после чего восстановление станций из-за многолетнего воздействия радиации на материалы конструкций невозможно.

АЭС проектируется с расчетом на максимальную безопасность персонала станций и населения. Опыт эксплуатации АЭС во всем мире показывает, что биосфера надежно защищена от радиоактивного воздействия предприятий ядерной энергетики в нормальном режиме эксплуатации. Однако взрыв четвертого реактора на Чернобыльской АЭС показал, что риск разрушения активной зоны реактора из-за ошибок персонала и просчетов в конструкции реакторов остается реальностью, поэтому принимаются строжайшие меры для снижения этого риска. Ядерные реакторы устанавливаются на атомных подводных лодках и ледоколах.

Ядерное оружие

Неуправляемая цепная реакция с большим коэффициентом размножения нейтронов осуществляется в атомной бомбе.

Для того чтобы происходило почти мгновенное выделение энергии (взрыв), реакция должна идти на быстрых нейтронах (без применения замедлителей). Взрывчатым веществом служит чистый уран $^{235}_{92}U$ или плутоний $^{239}_{94}Pu$.

Чтобы мог произойти взрыв, размеры делящегося материала должны превышать критические. Это достигается либо путем быстрого соединения двух пусков делящегося материала с докритическими размерами, либо же за счет резкого сжатия одного пуска до размеров, при которых утечка нейтронов через поверхность падает настолько, что размеры пуска оказываются надкритическими. То и другое осуществляется с помощь обычных взрывчатых веществ. При взрыве бомбы температура достигает десятков миллионов кельвин. При такой температуре резко повышается давление и образуется мощная взрывная волна. Одновременно возникает мощное излучение. Продукты цепной реакции при взрыве бомбы сильно радиоактивны и опасны для живых организмов.

Атомные бомбы были применены США в конце Второй мировой войны против Японии. В августе 1945 г. были сброшены атомные бомбы на японские города Хиросима и Нагасаки.

В термоядерной (водородной) бомбе источником энергии, которая необходима для термоядерного синтеза, служит взрыв атомной бомбы (урановой или плутониевой), помещенной внутри термоядерной.

Нетривиальным решением оказалось то, при котором взрыв атомной бомбы используется не для повышения температуры, а для сильнейшего сжатия термоядерного топлива излучением, образующимся при взрыве атомной бомбы.

В нашей стране основные идеи создания термоядерного взрыва были выдвинуты А.Д. Сахаровым.

С появлением ядерного оружия победа в войне стала невозможной. Ядерная война способна привести человечество к гибели, поэтому народы всего мира настойчиво борются за запрещение ядерного оружия.

III. Вопросы на закрепление

- В связи с чем в середине XX в. возникла необходимость нахождения новых источников энергии?
- Назовите два основных преимущества АЭС перед ТЭС.
- Назовите три оснвные проблемы современной атомной энергетики.
- Приведите примеры путей решения проблем атомной энергетики.

Домашнее задание

Прочитать и выучить материал § 69.

Урок 61
Биологическое действие радиации

Цель урока:

Доказать необходимость защиты от излучения.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- В связи с чем в середине XX в. возникла необходимость нахождения новых источников энергии?
- Назовите два основных преимущества АЭС перед ТЭС.
- Назовите три принципиальные проблемы современной атомной энергетики.
- Приведите примеры путей решения проблем атомной энергетики.

II. Новый материал

Воздействие атомных станций на окружающую среду

Техногенные воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации атомных электростанций многообразны. Обычно говорят, что имеются физические, химические, радиационные и другие факторы техногенного воздействия эксплуатации АЭС на объекты окружающей среды.

Наиболее существенные факторы:

- локальное механическое воздействие на рельеф – при строительстве;
- сток поверхностных и грунтовых вод, содержащих химические и радиоактивные компоненты;

- изменение характера землепользования и обменных процессов в непосредственной близости от АЭС;
- изменение микроклиматических характеристик прилежащих районов.

Возникновение мощных источников тепла в виде градирен, водоемов- охладителей при эксплуатации АЭС обычно заметным образом изменяет микроклиматические характеристики прилежащих районов. Движение воды в системе внешнего теплоотвода, сбросы технологических вод, содержащих разнообразные химические компоненты оказывают травмирующее воздействие на популяции, флору и фауну экосистем.

Особое значение имеет распространение радиоактивных веществ в окружающем пространстве. В комплексе сложных вопросов по защите окружающей среды большую общественную значимость имеют проблемы безопасности атомных станций (АС), идущих на смену тепловым станциям на органическом ископаемом топливе. Общепризнанно, что АС при их нормальной эксплуатации намного – не менее чем в 5–10 раз «чище» в экологическом отношении тепловых электростанций (ТЭС) на угле. Однако при авариях АС могут оказывать существенное радиационное воздействие на людей, экосистемы. Поэтому обеспечение безопасности экосферы и защиты окружающей среды от вредных воздействий АС – крупная научная и технологическая задача ядерной энергетики, обеспечивающая ее будущее.

Отметим важность не только радиационных факторов возможных вредных воздействий АС на экосистемы, но и тепловое и химическое загрязнение окружающей среды, механическое воздействие на обитателей водоемов-охладителей, изменения гидрологических характеристик прилежащих к АС районов, т.е. весь комплекс техногенных воздействий, влияющих на экологическое благополучие окружающей среды.

Выбросы и сбросы вредных веществ при эксплуатации АС. Перенос радиоактивности в окружающей среде

Исходными событиями, которые развиваясь во времени, в конечном счете могут привести к вредным воздействиям на человека и окружающую среду, являются выбросы и сбросы радиоактивных и токсических веществ из систем АС. Эти выбросы делят на газовые и аэрозольные, выбрасываемые в атмосферу через трубу, и жидкие сбросы, в которых вредные примеси присутствуют в виде растворов или мелкодисперсных смесей, попадающие в водоемы. Возможны и промежуточные ситуации, как при некоторых авариях, когда горячая вода выбрасывается в атмосферу и разделяется на пар и воду.

Выбросы могут быть как постоянными, находящимися под контролем эксплуатационного персонала, так и аварийными, залповыми. Включаясь в многообразные движения атмосферы. Поверхностных и подземных потоков, радиоактивные и токсические вещества распространяются в окружающей среде, попадают в растения, в организмы животных и человека.

Воздействие радиоактивных выбросов на организм человека

Рассмотрим механизм воздействия радиации на организм человека: пути воздействия различных радиоактивных веществ на организм, их распространение в организме, депонирование, воздействие на различные органы и системы организма и последствия этого воздействия. Существует термин «вход-

ные ворота радиации», обозначающий пути попадания радиоактивных веществ и излучений потопов в организм.

Различные радиоактивные вещества по-разному проникают в организм человека. Это зависит от химических свойств радиоактивного элемента.

Пути проникновения радиации в организм человека

Радиоактивные изотопы могут проникать в организм вместе с пищей или водой. Через органы пищеварения они распространяются по всему организму.

Радиоактивные частицы из воздуха во время дыхания могут попасть в легкие. Но они облучают не только легкие, а также распространяются по организму.

Изотопы, находящиеся в земле или на ее поверхности, испуская гамма-излучение, способны облучить организм снаружи. Эти изотопы также переносятся атмосферными осадками.

III. Вопросы на закрепление

- В чем причина негативного воздействия радиации на живые существа?
- Что называется поглощенной дозой излучения?
- Расскажите о способах защиты от воздействия радиоактивных частиц и излучения.
- Что используют для защиты от нейтронов?
- С помощью какого прибора можно зарегистрировать величину радиоактивного излучения?
- Как зависит интенсивность радиации от расстояния до источника радиоактивного излучения?

Домашнее задание

Прочитать и выучить материал §70.

Урок 62
Термоядерные реакции

Цель урока:

Сформировать у учащихся представление о термоядерной реакции.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания, повторение

- В чем заключается причина негативного воздействия радиации на живые существа?
- Что называется поглощенной дозой излучения? По какой формуле она определяется и в каких единицах измеряется?
- При большей или меньшей дозе излучения наносится организму больший вред, если все остальные условия одинаковы?
- Одинаковый или различный по величине биологический эффект вызывают в живом организме разные виды ионизирующего излучения?
- Что называют коэффициентом качества излучения?
- Какие факторы следует учитывать при оценке воздействия ионизирующих излучений на живой организм?

– Расскажите о способах защиты от воздействия радиоактивных частиц и излучения.

II. Новый материал

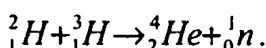
Термоядерная реакция

Реакция слияния легких ядер при очень высокой температуре, сопровождающаяся выделением энергии, называется ***термоядерной реакцией***.

Для слияния необходимо, чтобы расстояние между ядрами приблизительно было равно 10^{-12} см.

Однако этому препятствуют кулоновские силы. Они могут быть преодолены при большой кинетической энергии ядер. Особенно большое практическое значение имеет тот факт, что при этой реакции на каждый нуклон выделяется значительно намного больше энергии, чем при ядерной реакции, например, при синтезе ядра гелия из ядер водорода выделяется энергия, равная 6 МэВ, а при делении ядра урана $^{235}_{92}U$ на один нуклон приходится примерно 0,9 МэВ.

Пример термоядерной реакции:



$$^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow^{4}_{2}He+^{1}_{0}n.$$

В этом случае выделяется энергия, равная 17,6 МэВ. Управляемая термоядерная реакция – энергетически выгодная реакция. Может идти при больших температурах (порядка несколько сотен млн. градусов). При большой плотности вещества такая температура может быть достигнута путем создания в плазме мощных электронных разрядов. Проблема: трудно удержать плазму.

Самоподдерживающие термоядерные реакции происходят в недрах Земли. В настоящее время в России и ряде других стран ведутся работы по осуществлению управляемой термоядерной реакции.

III. Вопросы на закрепление

– Какие реакции называют термоядерными? Как иные называют термоядерные реакции?
– Чем объяснить, что при синтезе легких ядер выделяется энергия?
– Каковы условия осуществления термоядерной реакции?
– Сравните энергию, приходящую на один нуклон при термоядерной реакции при цепной ядерной реакции.
– Что сулит человечеству управляемая термоядерная реакция?

Урок 63
Обобщающий урок-игра

Цели урока:

Повторение материала по курсу физики 9 класса; расширение кругозора учащихся.

Эпиграф к уроку:

«Я мыслю, следовательно, я существую» (Декарт)

Ход урока

Этот урок проводится с целью повторения материала, и оживления учебного процесса. В подобных играх ребят привлекает азарт соревнования и интересные вопросы.

Вопросы подбираются так, чтобы они охватывали материал по всем изученным темам. Урок идет в быстром темпе. Во время урока можно пользоваться любой справочной литературой, включая учебник.

I. Блиц-турнир

1. Что общего между ракетой и кальмаром? (*Движутся, используя реактивный принцип.*)

2. Фамилия, имя и годы жизни ученого, подарившего миру 3 закона механики? (*Исаак Ньютон. 1643–1727*)

3. Почему мы не замечаем движения Земли вокруг Солнца, хотя скорость этого движения 30 км/с? (*Центростремительное ускорение, связанное с обращением Земли вокруг Солнца, чрезвычайно мало по сравнению с ускорением силы тяжести на Земле.*)

4. Устройство, работающее на слабых токах, при помощи которого можно управлять цепью, сила тока в которой велика. (*Реле.*)

5. Ученый, объяснивший намагниченность железа и стали электрическими токами, которые циркулируют внутри каждой молекулы этих веществ. (*Ампер Андре Мари (1775–1836) – французский физик и математик, один из основоположников электродинамики, член Парижской академии наук.*)

6. Место магнита, где наблюдается наиболее сильное магнитное поле. (*Полюс.*)

7. Энергия ионизирующего излучения, поглощенная облучаемым веществом, рассчитанная на единицу его массы. (*Доза.*)

8. Ядро атома состоит из протонов и... (*Нейтронов.*)

9. Химический радиоактивный элемент, являющийся сырьем для получения атомной энергии. (*Уран.*)

10. Механическое взаимодействие между твердыми телами, возникающее в месте их соприкосновения и препятствующее их взаимному перемещению. (*Трение.*)

11. Тело, обладающее намагниченностью, т.е. создающее магнитное поле. (*Магнит.*)

12. Белку с лапками, полными орехов, посадили на гладкий горизонтальный стол и толкнули вдоль него. Приблизившись к краю стола, белка почувствовала опасность. Она знала закон движения Ньютона и, пользуясь одним из них, предотвратила свое падение на пол. Каким образом? (*Выбросила вперед орехи.*)

13. Линия, по которой движется тело. (*Траектория.*)

14. Электрически нейтральная элементарная частица с массой покоя, равной $1{,}674920 \cdot 20^{-27}$ кг. (*Нейтрон.*)

15. Семья французских физиков, создавшая учение о радиоактивности. (*Кюри.*)

16. Что такое период колебаний? (*Минимальные промежуток времени, через который движение повторяется.*)

17. Что называется математически маятником? (*Материальная точка, колеблющаяся на не меняющемся со временем расстоянии от точки подвеса.*)

18. Что такое волна? (*Возмущения, распространяющиеся в пространстве, удаляясь от места их возникновения.*)

19. В результате чего образуется эхо? (*В результате отражения звука от различных преград.*)

II. Кроссворд «Наоборот» по теме «Кинематика»

В сетке кроссворда стоят цифры, а по горизонтали вписаны слова, относящиеся к повторяемой теме.

Вопросы не нумеруются и располагаются столбиком в беспорядке.

Нужно «взять» стоящий первый вопрос и соотнести с ним одно из слов-ответов, а затем около этого вопроса поставить цифру, которая «обозначит» нужное слово в сетке кроссворда. Затем так же поступить со вторым вопросом и т.д.

		1С	У	Т	К	И		
	2Г	А	Г	А	Р	И	Н	
3У	С	К	О	Р	Е	Н	И	Е
4П	У	Т	Ь		5М	Е	Т	Р
	6И	М	П	У	Л	Ь	С	
		7В	Р	Е	М	Я		

Задание: соотнесите приведенные ниже определения и слова в клетках кроссворда, поставьте около них числа.

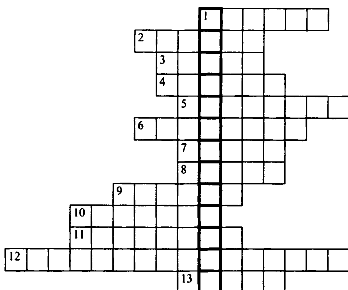
- Изменение скорости в единицу времени – (3)
- Произведение массы тела на его скорость – (6)
- 24 часа – (1)
- Секунда – единица измерения… – (7)
- Первый в мире летчик-космонавт – (2)
- Единица измерения пути – (5)
- Сумма длин всех участков траектории, пройденный телом за рассматриваемый промежуток времени – (4)

III. Кроссворд по теме «Магнетизм»

1. Ученый, впервые обнаруживший взаимодействие электрического тока и магнитной стрелки.
2. Место магнита, где наблюдается наиболее сильное магнитное поле.
3. Устройство, работающее на слабых токах, при помощи которого можно управлять цепью, сила тока в которой велика.
4. Изобретатель первого в мире телеграфного аппарата, печатающего буквы.

5, 6. Приборы, совместное пользование которыми позволяет передавать звук на большие расстояния.

7. Изобретатель электромагнитного телеграфа и азбуки из точек и тире.



8. Ученый, объяснивший намагниченность железа и стали электрическими токами, которые циркулируют внутри каждой молекулы этих веществ.
9. Прибор, служащий для ориентации на местности.
10. Русский ученый – электротехник, изобретатель электромагнитного телеграфа.
11. Одна из основных частей приборов (ответы заданий 5, 6 названных выше).
12. Приемник тока, служащий для превращения электрической энергии в механическую.
13. Металл, из которого делают постоянные магниты.

Если все слова вами отгаданы правильно, то в выделенных клетках получится слово, обозначающее катушку проводов с железным сердечником внутри.

Ответы: 1. Эрстед Х.-К. (1771–1851). 2. Полюс. 3. Реле. 4. Якоби Б.С. (1801–1874). 5. Телефон. 6. Микрофон. 7. Морзе С. (1791–1872). 8. Ампер А.М. (1775–1836). 9. Компас. 10. Шиллинг П.Л. (1786–1837). 11. Мембрана. 12. Электродвигатель. 13. Сталь.

Заключительное слово учителя:

Как гласит русская пословица: «Не стыдно не знать, стыдно не учиться».

А сколько еще непознанного вокруг! Какое поле деятельности для пытливого ума. Так что запускайте свой «вечный двигатель», и вперед!

Задачи повышенной сложности

1. Движение материальной точки в данной системе координат описывается уравнениями: $x(t) = 2 + t$, $y(t) = 1 + 2t$. Как движется тело? Записать уравнение траектории, зависимость пройденного пути от времени, построить траекторию на плоскости XOY. Найти положение точки при $t = 0$, направление и модуль скорости движения.

(*Ответ*: $y(x) = 2x - 3$. Точка движется равномерно по прямой в плоскости XOY; положение при $t = 0$ задается координатами точки $A(2; 1)$.)

2. Тело, имея начальную скорость 1 м/с, двигалось равноускоренно и приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость 7 м/с. Какова была скорость тела на половине этого расстояния?

(*Ответ*: $v = 5$ м/с.)

3. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с от начала движения. Определить начальную скорость и ускорение движения шарика.

(*Ответ*: $a = 0{,}3$ м/с^2; $v_0 = 0{,}45$ м/с.)

4. С какой высоты упало тело, если за последнюю секунду своего свободного падения оно прошло путь $l = 24{,}5$ м? Принять g за 9,8 м/с^2.

(*Ответ*: $H = 44{,}1$ м.)

5. С какой высоты падало тело, если за последнюю секунду своего падения оно прошло 3/4 своего пути?

(*Ответ*: $H = 19{,}6$ м.)

6. С крыши падают одна за другой две капли. Через 2 с после начала падения второй капли расстояние между каплями стало равным 25 м. На сколько раньше первая капля оторвалась от крыши? Принять $g = 10$ м/с^2.

(*Ответ*: $\tau = 1$ с.)

7. Автомобиль 100 с разгонялся с ускорением 0,2 м/с^2. Далее 2 минуты ехал с постоянной скоростью и затем начал тормозить. Время движения до остановки – 30 с. Найти среднюю скорость аналитически (решение должно быть в общем виде) и графически.

(*Ответ*: $v_{ср} = 14{,}8$ м/с.)

8. Скорость течения реки $v_1 = 1{,}5$ м/с. Каков модуль скорости v катера относительно воды, если катер движется перпендикулярно к берегу со скоростью $v_2 = 2$ м/с относительно него?

(*Ответ*: $v = 2{,}5$ м/с.)

9. Эскалатор метро опускает идущего по нему человека за 1 мин. Если человек будет идти вдвое быстрее, то он спустится за 45 с. Сколько времени будет спускаться человек, стоящий на эскалаторе?

(*Ответ*: $\tau = 1{,}5$ мин.)

10. Найти радиус R маховика, если при вращении линейная скорость точек на его ободе 6 м/с, а точек, находящихся на 15 см ближе к оси вращения равна 5,5 м/с.

(*Ответ*: R =1,8 м.)

11. Найти линейную скорость и центростремительное ускорение точек земной поверхности на экваторе и на широте 60°. Радиус Земли считать равным 6400 км.

(*Ответ*: $v = 233$ м/с; $a = 1{,}7 \cdot 10^{-2}$ м/с^2.)

12. При какой угловой скорости вращения Земли вес тела на экваторе обратился бы в нуль?

(*Ответ*: $\omega = 1{,}25 \cdot 10^{-2}$ рад/с.)

13. Расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. В какой точке прямой, соединяющей их центры, тело будет притягиваться к ним с одинаковой силой?

14. Три звезды массы m каждая сохраняют в своем движении конфигурацию равностороннего треугольника со стороной L. С какой угловой скоростью вращается этот треугольник?

(*Ответ*: $\omega = \sqrt{\dfrac{3Gm}{L^3}}$.)

15. Искусственный спутник, используемый в системе телесвязи, запущен в плоскости земного экватора так, что все время находится в зените над одной и той же точкой земного шара (геостационарный спутник). Во сколько раз радиус орбиты спутника больше радиуса Земли, равного 6400 км ($g = 9{,}8$ м/с^2)?

(*Ответ*: примерно в 6,7 раз.)

16. Спутник движется вокруг некоторой планеты по круговой орбите радиуса $r = 4{,}7$ млн. км со скоростью $v = 10$ км/с. Какова средняя плотность ρ планеты, если ее радиус $R = 15000$ км?

(*Ответ*: $\rho \approx 500$ кг/м^3 .)

Домашние экспериментальные задания

Механика

1. С помощью рулетки или сантиметровой измерительной ленты определите координаты точки подвеса комнатного светильника по отношению к системе отсчета, связанной с одним из нижних углов комнаты. Координатные оси направьте вдоль стен комнаты.

2. Изобразите траекторию движения иголки звукоснимателя электрофона относительно грампластинки и относительно корпуса электрофона.

3. Выпустите одновременно с одной и той же высоты вначале два пустых, а затем пустой и полный коробки спичек. Какой из них упадет раньше? Объясните наблюдаемые явления.

4. Определите ускорение свободного падения, пользуясь отвесом, секундомером и камнями различной формы и объема. Местом проведения опыта может быть высокий мост, глубокий овраг или балкон многоэтажного дома. Возьмите округленный камень небольших размеров и под счет «раз, два, пуск» предоставьте ему возможность падать. Секундомером измерьте время падения камня, а затем по известной формуле найдите ускорение свободного падения. Повторите опыт несколько раз с разными телами и убедитесь в том, что ускорение свободного падения не зависит от массы падающего тела.

Примечание: Высоту, с которой падает камень, можно приблизительно определить с помощью барометра-анероида. Известно, что при изменении высоты на 12 м атмосферное давление изменяется на 1 мм рт. ст. Для уменьшения погрешности при измерении высоты отсчет давления по барометру лучше производить в миллибарах; изменение давления на 11 миллибар будет соответствовать изменению высоты на 9 м.

5. Определите, как изменяются импульсы двух шариков в результате взаимодействия. Для постановки опыта возьмите два одинаковых стальных шарика и положите их на желоб. Сообщите одному из шариков скорость и проследите за поведением шариков после взаимодействия. Сообщите обоим шарикам скорости, направленные в одну сторону, и снова проследите за изменением скоростей шариков после взаимодействия. Опишите, как в этих опытах изменяются импульсы шариков.

6. Положите на край стола небольшой предмет, например, ластик или коробок спичек. Столкните предмет со стола и зафиксируйте место, где он ударился о пол. Измерив высоту стола над полом и дальность полета, найдите скорость, которую вы сообщили телу при толчке.

7. К веревке длиной около 0,5 м привяжите крепко небольшое тело массой около 200–300 г. Вращая это тело на веревке в горизонтальной плоскости над головой, оцените по мускульному усилию, как меняется натяжение веревки в зависимости от частоты вращения. Сопоставьте результат опыта с известной вам формулой.

Колебания

1. Изготовьте математический маятник, используя нить с грузом, закрепленную в дверном проеме. Определите период и частоту колебания маятника для разных длин нити. Изучите, зависит ли период колебания маятника от амплитуды при малых отклонениях от положения равновесия.

2. В качестве груза для математического маятника возьмите небольшой полиэтиленовый (полистироловый) флакон из-под шампуня. Дно этого флакона проткните иголкой. Заполните флакон водой (лучше, если это будут марганцовка или чернила). Маятник подвесьте в дверном проеме и подложите под него белый лист бумаги. Затем приведите маятник в колебательное движение, а бумагу начните медленно перемещать по полу. Вы получите график, по которому определите период колебания, амплитуду и зависимость амплитуды от времени колебания.

3. В дверном проеме закрепите два маятника одинаковой длины (в качестве грузов используйте флаконы из-под шампуня, наполненные подкрашенной водой). Затем произведите «запись» колебаний маятников (синфазные колебания и колебания в противофазе). По графикам установите, что у них общего, в чем различие.

4. Определите коэффициент жесткости имеющейся у вас резиновой нити. Рассчитайте по известной формуле период колебания подвешенного на резиновой нити груза, если известна его масса. Затем проведите опыт по определению периода колебания этого маятника и сравните полученные результаты с расчетными.

Волны

1. Понаблюдайте за картиной распространения поперечных волн. Для этого в воду водоема (пруд, озеро, бассейн) бросьте камень, а в воду в ванне – монету. Оцените скорость распространения волны.

2. Плоскую тарелку наполните водой почти до самого верха, а в качестве генератора волн используйте капельницу (пипетку). Набегая на стенку тарелки, волны быстро затухают и почти не отражаются. Наблюдайте волны лучше по тени на дне тарелки при прямом солнечном свете или при свете яркой лампы. Однако волны, бегущие со скоростью около 10 см/с, сливаются для взгляда, фиксированного неподвижно на тарелке; они видны только вблизи источника, где амплитуда колебания велика. Чтобы увидеть их на всей поверхности воды, нужно быстро поворачивать голову. В результате проведенных опытов оцените длину поперечной волны.

3. Определив длину волны и частоту колебаний кусочка пробки или дерева на поверхности воды, найдите скорость поверхностных волн.

4. Струны музыкальных инструментов испускают звуки. На примере гитары или другого струнного инструмента проверьте, в чем отличие звуков, испускаемых толстыми струнами, от звуков, испускаемых тонкими струнами, если их длины и натяжения одинаковы.

5. Перемещая палец по грифу, исследуйте, как зависит высота тона от длины свободной части струны.

6. Подуйте сначала вблизи отверстия пустой бутылки, а затем вблизи отверстия бутылки, заполненной наполовину водой. Объясните, почему высота тона разная, если даже вы дуете с одинаковой силой.

Магнитное поле

1. Объясните, почему гвозди, канцелярские скрепки, повисшие на магните и находящиеся рядом, отклоняются от вертикального направления. Проделайте опыт и убедитесь в этом.

2. С помощью компаса определите, намагничено ли бритвенное лезвие. Проверьте возможность размагничивания этого лезвия путем нагревания в пламени свечи или газовой горелки. При нагревании лезвие держите пинцетом или плоскогубцами.

3. Поднесите компас вначале ко дну, а затем к верхней части железного ведра (кастрюли), стоящего на земле. У дна стрелка компаса поворачивается южным полюсом к ведру, а в верхней части – северным. Проверьте это явление и объясните его.

4. Попробуйте намагнитить иголку так, чтобы ушко оказалось северным полюсом, а острие – южным. Воткните иголку в корковую пробку и опустите в стакан с водой так, чтобы иголка плавала вертикально северным полюсом вверх. Экспериментально проверьте, как ведет себя иголка, если к ней на уровне северного полюса поднести магнит (полосовой, подковообразный). Проверьте, будет ли перемещаться иголка, если между магнитом и стаканом поставить лист стали.

5. Изготовьте простейший гальванометр. Для этого каркас катушки склейте из плотной бумаги. Размеры каркаса определите внешними габаритами компаса. Ширина каркаса должна быть 12–15 мм. На каркас намотайте 50–70 витков провода ПЭЛ-0,2. В катушку вставьте компас и получите гальванометр. Используя этот самодельный гальванометр, определите знаки полюсов самодельного гальванического элемента, состоящего из медной и железной проволоки, опущенных в раствор поваренной соли (или уксуса).

6. На гвоздь или другой железный стержень намотайте 40–50 витков медной проволоки и концы ее подключите к гальваническому элементу. Исследуйте тела, к которым притягивается электромагнит.

7. На полюсы магнита положите стекло, посыпьте его сверху стальными опилками и осторожно постучите пальцем или карандашом по стеклу. Зарисуйте картину магнитного поля.

Электромагнитная индукция

1. К самодельному гальванометру присоедините концы проволочной катушки, содержащей 50–70 витков провода ПЭЛ-0,2. В эту катушку вводите, а затем выводите полюс постоянного магнита. Присмотритесь, как себя ведет стрелка компаса у гальванометра. Проделайте тот же опыт с другим полюсом и посмотрите, что при этом меняется.

2. Изготовьте еще одну такую катушку (см. задание № 1) и наденьте обе катушки на железный сердечник. Концами провода второй катушки коснитесь полюсов гальванического элемента (батарейки), затем отключите провода. Поясните то, что вы увидите при замыкании и размыкании цепи второй катушки. В этом упражнении Вы повторили знаменитые опыты М. Фарадея, где он впервые наблюдал явление электромагнитной индукции.

ПОУРОЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ
по программе С.В. Громова, Н.А. Родиной

Примерное почасовое тематическое планирование

Глава I. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	**26 ч.**
Электрические явления (Электризация тел и электрический заряд. Делимость электрического заряда. Электроскоп. Строение атома. Атомное ядро. Объяснение электризации тел. Закон сохранения заряда. Электрическое поле. Громоотвод.)	9 ч.
Электрический ток (Источники тока. Электрическая цепь. Сила тока. Амперметр. Напряжение. Вольтметр. Электрическое сопротивление. Закон Ома. Действие электрического тока не человека.)	13 ч.
Работа и мощность тока (Тепловое действие тока. Лампа накаливания.)	3 ч.
Обобщающий урок-игра	1 ч.
Глава II. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (Постоянные магниты. Магнитное поле Земли. Магнитное поле тока. Электромагниты. Телеграфная связь. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Действие магнитного тока на проводник с током. Электромагнитное поле.)	**10 ч.**
Глава III. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	**12 ч.**
Свет. Распространение света в однородной среде	1 ч.
Отражение света (Закон отражения света. Построение изображения в плоском зеркале.)	2 ч.
Преломление света	2 ч.
Линзы (Виды линз. Построение изображений, даваемых линзами.)	5 ч.
Оптические приборы. Фотоаппарат	1 ч.
Глаз и зрение	1 ч.
Глава IV. ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ (Гравитационнос взаимодсйствис. Гравитационная постоянная. Свободное падснис тел. Движение бросаемых тел. Движение искусственных спутников. Перегрузка и невесомость. Сила тяжести на других планетах. Гравитация и Вселенная)	**11 ч.**

Глава I
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Урок 1
Электризация тел и электрический заряд

Цели урока:

Научить обнаруживать электрические заряды на телах; познакомить с явлением электризации. Доказать существование двух типов зарядов и объяснить их взаимодействие.

Оборудование:

Палочка деревянная, пластинка из оргстекла, пластинка из эбонита, лист бумаги, фольга, вата, ручка, каруселька, узкие полоски бумага, пленка целлулоидная, полоски полиэтилена, шелк, мех, пленка на нитке, штатив.

Ход урока

I. Новый материал

Известно, что существуют приливные, ветряные, солнечные, тепловые, атомные, гидроэлектростанции, которые вырабатывают электрическую энергию. Эта энергия передается по проводам в каждый дом, на заводы, фабрики и фермы. В любом доме можно встретить различные электроприборы. Это утюг, телевизор, пылесос... Если темно, мы пользуемся электрическим освещением. Вольфрамовая нить лампочки разогревается под действием электрического тока.

Так что же такое «электрический ток»? Сегодня вы узнаете о происхождении слова «электричество», а чуть позже – что такое «электрический ток».

Эксперимент 1

Подвесим деревянную палочку на нитке. Полиэтиленовую полоску положим на стол и натрем ее куском ацетатного шелка. Взяв пленку за кончик, поднесем ее сбоку к одному концу палочки.

– Что вы наблюдаете? (*Палочка поворачивается, притягиваясь к полоске.*)

Учитель проделывает тот же эксперимент с пластмассовой ручкой, палочкой из оргстекла, капроновой или полиэтиленовой трубкой, натерев их шелком или бумагой.

– Что вы наблюдаете? (*Все натертые предметы притягивают деревянную палочку.*)

Это явление (способность тел притягивать другие тела после того, как их натерли) называется электризацией тел. Об этом явлении было известно еще в VI в. до н. э.: греческий философ Фалес Милетский обнаружил, что янтарь после натирания шерстью начинал притягивать различные легкие предметы. Однако историю науки об электричестве можно начать с исследований Вильяма Гильберта, врача английской королевы Елизаветы. Первую свою работу по электричеству Гильберт опубликовал в 1600 г., где описал электризацию трением. Здесь он впервые в истории науки применил термин «электричество» (от греческого слова «электро», что означает «янтарь»).

Пленка, пластинка из оргстекла, ручка, капроновая трубка наэлектризовались, т.е. получили электрические заряды при трении о шелк, о бумагу.

Физическую величину, называемую ***электрическим зарядом***, обозначают буковой q.

Единица электрического заряда в СИ называется кулоном (1 Кл) в честь французского физика Ш. Кулона (1736–1806).

Тело, у которого $q \neq 0$, называется ***заряженным***, а тело, у которого $q = 0$, – ***нейтральным*** (незаряженным).

Эксперимент 2

Положите на полоску бумаги полоску из полиэтилена. Прижимая тыльной стороной ладони, прогладьте их, затем разведите в стороны и медленно сближайте.

– Что наблюдаете? (*Полоски притягиваются друг к другу.*)

Эксперимент 3

Кусочек распушенной ваты поднесите к бумажной полоске и сразу же после этого поднесите к пленке.

– Что наблюдаете? (*Пушок притягивается и к бумаге, и к пленке.*)
– Какой вывод можно сделать? (*Оба тела, бывшие в контакте, а затем разъединенные, электризуются, получают заряды.*)

Эксперимент 4

Электрический заряд можно передать телу от другого наэлектризованного тела. Возьмите кусочек фольги и обмотайте им пробирку. Образовавшийся цилиндрик сдвиньте на край, чтобы он сошел примерно на 1 см. В эту полость вложите один из концов нитки с узелками на концах и обожмите фольгу. Нитка окажется зажатой. Аккуратно снимите гильзу и подвесьте на кронштейн штатива, введя нитку в вертикальный разрез.

Наэлектризуйте палочку из оргстекла, потерев ее о бумагу, и медленно поднесите к гильзе.

– Что вы увидели? (*Гильза вначале притянулась, а потом – после касания – оттолкнулась.*)
– Как это объяснить? (*Получив такой же заряд, что и на палочке, гильза стала от нее отталкиваться.*)
– Значит, заряды одного вида отталкиваются? (*Да.*)
– А почему пленка и бумага притягиваются, хотя обе тоже зарядились? (*Видимо, у них разные заряды.*)

– Давайте проверим эту гипотезу.

Эксперимент 5

Вместо гильзы повесьте на штатив пленку на нитке, пропустив нитку через горизонтальную прорезь кронштейна. Возьмите широкую полоску бумаги. Сложив ее вдвое, обхватите висящую пленку и потрите ее, стараясь не натягивать нить. Возьмите еще одну пленку и зарядите ее, потерев теперь о наэлектризованную бумагу. По очереди поднесите к висящей пленке заряженные полиэтиленовую пленку и бумажную полоску.

– Что наблюдаете? (*Бумажная полоска притягивается, а полиэтиленовая пленка отталкивается.*)

– Почему? (*Пленки заряжены одинаковым способом – и заряды на них одинаковы. Заряды одного вида отталкиваются. А бумага, вероятно, получает заряд другого вида, и она притягивается к пленке.*)

Французский физик Шарль Дюфе в 1730 г. изучал взаимодействие наэлектризованных тел. Он заметил, что в одних случаях такие тела притягиваются, а в других – отталкиваются. Например, натертые шелком стеклянные палочки отталкиваются друг от друга, но притягиваются к смоляной палочке, потертой о шерсть. Он объяснил это тем, что существует два рода электричества – «стеклянное» и «смоляное». Тела, заряженные электричеством одного вида, отталкиваются, а заряженные электричеством разного вида – притягиваются. В 1778 г. американский физик и политический деятель Бенджамин Франклин назвал «стеклянное» электричество положительным, а «смоляное» – отрицательным.

Эксперимент 6

Натрите пластинку из оргстекла о бумагу и положите на карусельку (см. рис. 70).

Натрите другую пластинку из оргстекла и поднесите к концу первой.

– Что наблюдаете? (*Пластинки отталкиваются, значит на обеих заряды одноименные и положительные.*)

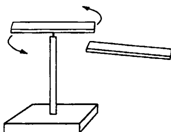


Рис. 70

Натрите ручку о бумагу и поднесите к пластинке, лежащей на карусельке.

– Что вы наблюдаете? (*Притяжение. Разноименные заряды притягиваются, значит, на ручке заряд отрицательный.*)

– Подумайте, как с помощью гильзы можно определить знаки зарядов различных наэлектризованных тел? И вообще, как определить, заряжено ли тело? (*Нужно зарядить гильзу известным зарядом, например, положительным от стеклянной палочки, и наблюдать за ее поведением при приближении заряженных тел. Если тело отталкивается, то заряд на нем положительный, если притягивается, то заряд отрицательный. Если гильза не реагирует на приближение тела, то на нем нет заряда.*)

Демонстрационный эксперимент

– А сейчас внимательно посмотрите опыт с султанами. Постарайтесь всему увиденному дать объяснение.

Учитель заряжает электрический султан.

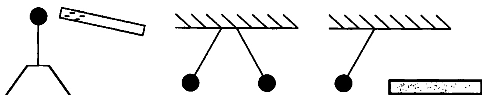


Рис. 71

– Почему лепестки начинают все больше расходиться? (*На них накапливается все больше и больше положительного заряда от палочки из оргстекла и отрицательного от эбонитовой палочки. Одноименные заряды отталкиваются. Разноименные – притягиваются.*)

II. Закрепление изученного

Задачи на закрепления

– Объясните рисунки (см. рис. 71). Что общего в показанных ситуациях? В чем различия?

Вопросы на закрепление

– Про какие тела говорят, что они наэлектризованы?
– Заряд какого знака получает стеклянная палочка, потертая о шелк? Эбонитовая палочка, потертая о мех?
– Как взаимодействуют одноименные заряды?
– Как взаимодействуют разноименные заряды?
– Каково происхождение слова «электричество»?
– Как взаимодействуют друг с другом две эбонитовые палочки, наэлектризованные трением о мех?
– Какие два рода электрических зарядов существуют в природе?

Домашнее задание

1. §1;
2. Экспериментальное задание №1;
3. Задачи 1, 2.

Приложение к уроку

Первые сведений об электричестве и магнетизме

Изучение электрических и магнитных явлений по-настоящему начинается только в XVIII в. Но первые сведения об этих явлениях были известны уже древним. Древние греки знали свойство натертого янтаря притягивать мелкие предметы. Само слово «электричество» происходит от греческого слова «электрон», что значит по-русски янтарь. Древние греки знали также, что существует особый минерал – железная руда (магнитный железняк), способный притягивать железные предметы. Залежи этого минерала находились возле города Магнесии. Название этого города послужило источником термина «магнит».

Древние не исследовали ни электрических, ни магнитных явлений. Однако они попытались дать объяснение этим явлениям. Самое первое объяснение свойств магнита притягивать железо заключалось в том, что магниту приписывалась «душа», которая заставляла магнит притягивать железо или притягиваться к железу.

При этом магнит представляли подобно живому существу. Живое существо, например собака, видит кусок мяса и стремится к нему приблизиться. Подобно этому магнит, как бы видит железо и стремится к нему притянуться.

Это объяснение весьма примитивно с нашей точки зрения. Однако такого рода объяснения, когда предметы неживой природы одушевлялись, были характерными для древних, которые верили в существование целого ряда богов, духов и т.д.

Но в древности начала развиваться и материалистическая философия. Философы-материалисты Древней Греции отвергали существование духов и пытались объяснить все явления природы естественными законами. Они учили, что все тела состоят из мелких материальных неделимых частиц – атомов. По их мнению, кроме атомов и пустоты, в которой атомы движутся, ничего не существует. Все явления природы объясняются движением атомов. Сама слово «атом» греческого происхождения. Оно означает «неделимый».

Философы, верившие в существование атомов, из которых состоит природа, получили название атомистов. Одним из родоначальников этой философии был древнегреческий философ Демокрит (460 – 370 до н.э.). Философы-атомисты пытались дать объяснение электрическим и магнитным явлениям без обращения к специальным «душам» и «духам».

Урок 2
Электроскоп. Делимость электрического заряда

Цель урока:

Убедить учащихся в дискретности электрического заряда. Дать представление об электроне, как частице с наименьшим электрическим зарядом. Познакомить учащихся с устройством электроскопа.

Ход урока

1. Повторение. Проверка домашнего задания

Вопросы для повторения:

- Что называют электризацией?
- От какого греческого слова происходит термин «электричество»?
- Одно или оба тела электризуются при трении?
- Какие два рода зарядов существуют в природе? Из каких опытов следует, что их действительно два?
- Сформулируйте правило, описывающее характер взаимодействия заряженных тел.
- Кусочек дерева потерли о шелк. Какие заряды (по знаку) появились на кусочке дерева и какие на шелке?
- Как называется единица заряда?

Задача

На дно стеклянного сосуда, в отверстие которого продета трубка, насыпаем немного медных стружек и заливаем азотной кислотой. Из отверстия будет выходить бурая струя двуокиси азота. Поднесем к ней наэлектризованную палочку, струя притягивается к ней.

– Что показывают эти опыты? (*Любые тела: твердые, жидкие и газообразные – притягиваются к наэлектризованным телам.*)

Задача на смекалку

Генеральная уборка на кухне была в разгаре. Вымыв пол, Шерлок Холмс взялся за мебель. Полированные поверхности кухонных шкафов и полок он энергично протирал сухой тряпкой из синтетической ткани, а окрашенные масляной краской – сырой. Почему он по-разному относился к своей мебели?

(***Ответ***: Полированные поверхности при трении их синтетической тканью электризуются и приобретают вместе с находящейся на них пылью электрический заряд; ткань при этом тоже приобретает заряд, но другого знака. Вследствие этого пыль и ткань притягиваются друг к другу, и пыль плотно оседает на тряпке. Окрашенные масляной краской поверхности при трении не электризуются, поэтому пыль с них удаляют влажной тряпкой, которая смачивает пыль, заставляя ее «прилипнуть» к ткани.)

II. Новый материал

Эксперимент 1

На двух нитках подвешены расчески. Как узнать, какая из этих расчесок наэлектризована (ни чем другим пользоваться нельзя)?

(*Ответ*: Нужно одну расческу взять в руку, тем самым разрядить ее на себя, если она была заряжена. Затем, держа расчески за нитки, сблизить их и посмотреть, как они будут вести себя теперь. Если будут взаимодействовать, значит, вторая расческа заряжена, если взаимодействия не наблюдается, значит была заряжена первая.)

Эксперимент 2

Поднесите к гильзе заряженную эбонитовую палочку. Гильза сначала притянется, а затем оттолкнется.

– Почему гильза отталкивается? (*Гильза коснулась палочки и получила отрицательный заряд.*)
– А как это можно проверить? (*Нужно поднести к гильзе предмет, заряженный положительно, например, стеклянную палочку. Тогда гильза должна притянуться.*)

С помощью подобных опытов можно обнаружить, что тело наэлектризовано, т.е. ему передали электрический заряд.

Существуют приборы, с помощью которых можно определить, наэлектризовано тело или нет. Это *электроскоп* и *электрометр*.

Если к положительно заряженному электроскопу поднести тело, заряженное таким же знаком, то угол между его лепестками увеличится. Если противоположного знака, то угол уменьшится.

– Скажите, чем отличаются эти приборы от других, уже известных вам: линейки, мензурки, часов и т.д.? (*Отсутствуют единица измерения, шкала, нет нуля и максимального значения.*)
– Для чего применяются электроскопы и электрометры? (*С помощью этих приборов можно выяснить, наэлектризовано тело или нет, но нельзя сказать, каким по величине зарядом обладает тело.*)

Если коснуться рукой заряженного электроскопа, то листики упадут. Через руку электрический заряд уйдет в наше тело.

Тела, которые способны проводить электрические заряды, называются ***проводниками***.

– Какие вы знаете хорошие проводники? (*Все металлы, почва, вода с растворенными солями, тело человека...*)

Тела, через которые электрические заряды не могут проходить от заряженного тела к незаряженному, называют ***диэлектриками***. Из них делают изоляторы.

– Приведите примеры диэлектриков. (*Эбонит, резина, пластмассы, шелк, газы.*)

Эксперимент 3

Возьмем два одинаковых электрометра и зарядим один из них. Соединим их стеклянной палочкой – изменений нет. Далее соединим металлическим стержнем. Первоначальный заряд разделился на две равные части.

– Что будет, если оставшийся заряд снова разделить на две части? (*Останется одна четвертая.*)

До каких же пор можно уменьшать заряд?

Электрический заряд нельзя уменьшать бесконечно: он имеет предел делимости, равный $q_0 = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

III. Закрепление изученного

Вопросы для повторения:

– Как при помощи листочков бумаги обнаружить, наэлектризовано тело или нет?
– Опишите устройство школьного электроскопа.
– Как по углу расхождения листочков электроскопа судят о его заряде?
– Как на опыте показать, что электрические заряды делятся на части?
– Можно ли электрический заряд делить бесконечно?
– Имеет ли электрический заряд предел делимости?
– Как называли частицу с самым малым зарядом?

Эксперимент 4

Потрем две диэлектрические пластины из различных материалов (эбонита и стекла) друг о друга и опустим каждую из них в полые сферы двух одинаковых электрометров. Стрелки электрометров отклонятся на равные углы.

Соединим шары электрометров стальным стержнем на пластмассовой ручке, стрелки электрометров тут же опадут.

– Объясните этот эксперимент.

(*Ответ*: Два тела при трении заряжаются зарядами, равными по модулю, но противоположными по знаку. Если использовать тела из одного материала, то электрометры не зафиксируют появления заряда.)

Домашнее задание

1. § 2;
2. Задачи 3, 4.
3. Объяснить эксперимент «Обидчивый шарик»:

На демонстрационный стол я кладу большой толстый (толщиной 4–5 мм) лист из оргстекла, тщательно протираю его куском газеты. Вынимаю из кармана шарик от настольного тенниса и кладу его на середину листа. Затем, изображая сосредоточенность, расставляю ладони у края оргстекла и начи-

наю медленно их приближать к шарику. Шарик вначале стремительно катится к одной руке, а затем, коснувшись ее, откатывается, «обидевшись». Чем объясняется такое поведение шарика?

(*Ответ*: Причина – электризация оргстекла, бумаги и рук, а также взаимодействие зарядов. Шарик, находящийся на поверхности оргстекла, получает от него заряд такого же знака, а руки от бумаги – другого. Разноименные заряды притягиваются, что видно из начального поведения шарика. Коснувшись руки, шарик приобретает заряд другого знака и поэтому отталкивается от руки.)

Приложение к уроку

Развитие учения об электричестве в XVII и XVIII вв. до изобретения лейденской банки

В своей книге Гильберт коснулся и электрических явлений. Нужно отметить, что хотя в то время магнетизм и электричество рассматривались как явления разной природы, тем не менее, очень давно ученые заметили в них много общего. Поэтому не случайно во многих работах исследовались одновременно и магнитные и электрические явления. В частности, изучение магнетизма вызвало интерес к исследованию электрических явлений.

Так было и у Гильберта. Изучая магнитные явления, что, как мы говорили, имело практический интерес, он уделил внимание и электричеству, хотя оно в то время в практике не использовалось.

Гильберт открыл, что наэлектризовать можно не только янтарь, но и алмаз, горный хрусталь и ряд других минералов. В отличие от магнита, который способней притягивать только железо (других магнитных материалов в то время не знали), наэлектризованное тело притягивает многие тела.

Новый шаг к изучению электрических явлений был сделан немецким ученым Герике. В 1672 г. вышла его книга, в которой были описаны опыты по электричеству. Наиболее интересным достижением Герике было изобретение им «электрической машины». «Электрическая машина» представляла собой шар, сделанный из серы и посаженный на железный шест. Герике вращал этот шар и натирал его ладонью руки. Впоследствии ученый несколько раз усовершенствовал свою «машину».

Несмотря на простоту прибора, Герике смог с его помощью сделать некоторые открытия. Так, он обнаружил, что легкие тела могут не только притягиваться к наэлектризованному шару, но и отталкиваться от него.

В XVIII в. изучение электрических явлений пошло быстрее. В первой половине этого столетия были открыты новые факты.

В 1729 г. англичанин Грей открыл явление электропроводности. Он установил, что электричество способно передаваться от одних тел к другим по металлической проволоке. По шелковой нити электричество не распространялось. В связи с этим Грей разделил все тела на проводники и непроводники электричества.

Затем французский ученый Дюфе спустя пять лет выяснил, что существует два рода электричества. Один вид электричества получается при натирании стекла, горного хрусталя, шерсти и некоторых других тел. Это электричество Дюфе назвал стеклянным электричеством.

Второй вид электричества получается при натирании янтаря, шелка, бумаги и других веществ. Этот вид электричества Дюфе назвал смоляным. Ученый установил, что тела, наэлектризованные одним видом электричества, отталкиваются, а разными видами, притягиваются.

Впоследствии стеклянное электричество было названо положительным, а смоляное – отрицательным. Это название предложил американский ученый и общественный деятель Франклин. При этом он исходил из своих взглядов на природу электричества.

Урок 3
Строение атома

См. урок 48, урок 49 по программе А.В.Перышкина.

Урок 4
Атомное ядро

См. уроки 50, 51, 52, 53 по программе А.В.Перышкина.

Урок 5
Биологическое действие радиации

См. урок 62 по программе А.В.Перышкина.

Урок 6
Объяснение электризации. Закон сохранения заряда

Цели урока:

Выяснить сущность процесса электризации тел; сформулировать закон сохранения заряда.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Что называют электризацией?
- Одно или оба тела электризуются при трении?
- Какие два рода электрических зарядов существуют в природе?
- Для чего применяют электроскопы и электрометры?
- Какие вещества называют диэлектриками?
- Как заряжен электрон?
- Из каких частиц состоит атомное ядро?
- Как находится число протонов в ядре?
- Что такое массовое число?
- Как находится число нейтронов в ядре?
- Пробковые шарики, подвешенные на нитях, заряжены (см. рис. 72). Какого знака заряды шаров?

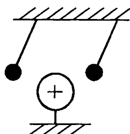


Рис. 72

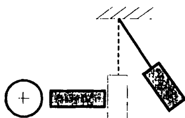


Рис. 73

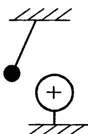


Рис. 74

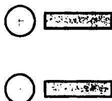


Рис. 75

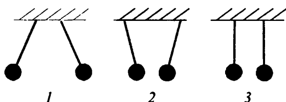


Рис. 76

– Подвешенная гильза вначале касалась заряженной металлической палочки, но, когда с другого конца к палочке поднесли заряженный шар, гильза оттолкнулась (см. рис. 73). Почему?
– Металлический шар заряжен. Какого знака заряд у шарика, подвешенного на шелковой нити (см. рис. 74)?
– К незаряженным металлическим палочкам поднесли заряженные тела (см. рис. 75). Укажите знаки зарядов, которые возникнут на палочках.

II. Самостоятельиая работа

Вариант I

1. Стекло при трении о шелк заряжается ...
а) *положительно*;
б) отрицательно.

2. Если наэлектризованное тело отталкивается от эбонитовой палочки, натертой о мех, то оно заряжено ...
а) положительно;
б) *отрицательно*.

3. Три пары шариков подвешены на нитях (см. рис. 76). Какая пара шариков не заряжена?
а) первая;
б) вторая;
в) *третья*.

4. Какая пара шариков имеет одноименные заряды (рис. 76)?
а) *первая*;
б) вторая;
в) третья.

5. Какая пара шариков имеет разноименные заряды (рис. 76)?
а) первая;
б) *вторая*;
в) третья.

Рис. 77

Рис. 78

6. Два электроскопа, один из которых заряжен, соединили стержнем (см. рис. 77). Из какого материала изготовлен стержень?

а) из стали; б) из алюминия;
в) из стекла; г) *из меди*.

7. С одинаковой ли силой заряженная палочка действует на заряженные тела 1 и 2 (см. рис. 78)?

а) с одинаковой;
б) на первое тело с большей силой;
в) *на второе тело с большей силой.*

Вариант II

1. Если резину потереть о шерсть и коснуться ею некоторого тела, то это тело электризуется ...

а) положительно;
б) *отрицательно.*

2. К стеклянной палочке А, натертой о шелк (см. рис. 79), подносят палочку Б. Палочка А приходит в движение по направлению, указанному стрелкой. Какой заряд имеет палочка Б?

а) *положительный*;
б) отрицательный.

3. Какой заряд имеет шарик, к которому поднесли наэлектризованную палочку (см. рис. 80)?

а) положительный;
б) *отрицательный.*

4. Какой заряд имеет наэлектризованная палочка, поднесенная к гильзе (см. рис. 81)?

а) *отрицательный*;
б) положительный.

Рис. 79

Рис. 80

Рис. 81

5. Одноименно заряженные тела ..., а разноименно заряженные – ....

а) *...отталкиваются, ...притягиваются*;

б) ...притягиваются, ...отталкиваются.

6. Два одноименно заряженных шарика подвешены на шелковых нитях и помещены под колокол воздушного насоса. Шарики отталкиваются друг от друга. Будут ли они отталкиваться, если из колокола выкачать воздух?

Сила взаимодействия между зарядами передается через ..., поэтому заряды ... отталкиваться друг от друга.

а) ...воздух, ...не будут;

б) *...электрическое поле, ...будут.*

7. Как будет вести себя незаряженный легкий шарик, подвешенный на нити, если к нему поднести заряженное тело?

а) *шарик притянется к заряженному телу*;

б) шарик оттолкнется от заряженного тела;

в) шарик вначале притянется к заряженному телу, а затем оттолкнется.

III. Новый материал

Эксперимент 1

Сухой песок сыплют в шар электрометра. Стрелка отклоняется. Объясните причину данного явления.

(*Ответ*: Песчинки соударяются с внутренними стенками полого металлического шара, который электризуется. С помощью эбонитовой палочки можно определить заряд, он отрицательный.)

Итак, давайте попробуем объяснить причину электризации тел. Открытие электрона и знания о строении атома позволяют это сделать. В обычных условиях все тела нейтральны. В процессе трения часть электронов, покинувших свой атом, может перейти с одного тела на другое.

1. Тела электризуются, т.е. получают электрический заряд, когда они приобретают или теряют электроны. Новые заряды при этом не образуются.
2. В диэлектриках заряд остается там, где возник, ведь в диэлектриках заряды не перемещаются. Если наэлектризовать проводник, то появившийся заряд тут же уйдет через проводник, а затем через руку в тело человека.

При любых взаимодействиях тел их полный электрический заряд остается неизменным (вспомнить эксперимент 4 из урока 2):

$$q_1' + q_2' = q_1 + q_2$$

IV. Закрепление изученного

Вопросы для закрепления:

– Объясните электризацию тел при соприкосновении.

– Почему при электризации трением на телах появляются равные по модулю, но противоположные по знаку заряды?

– Почему при заземлении почти весь заряд тела уходит в землю?

Разбор задачи 17

Имеются два одинаковых металлических шарика. Заряд одного равен 4 нКл, заряд другого равен 10 нКл. Шарики привели в соприкосновение и затем раздвинули. Какой заряд будет у шариков после этого?

Дано:
$q_{1н} = 4$ нКл
$q_{2н} = -10$ нКл

$q_{1к} = ?$
$q_{2к} = ?$

Решение:
По закону сохранения заряда общий заряд шариков должен оставаться неизменным, т.е.:
$q_{1н} + q_{2н} = q_{1к} + q_{2к}$
Т.к. шарики одинаковые, то заряд после соприкосновения разделится между ними поровну.

Т.е.: $q_{1к} = q_{2к}$, и следовательно: $2q_{1к} = q_{1н} + q_{2н}$, $q_{1к} = (q_{1н} + q_{2н})/2$,
$q_{1к} = q_{1к} = (4\ нКл - 10\ нКл)/2 = -3$ нКл.

Ответ: –3 нКл.

Домашнее задание

1. § 5;
2. Задачи 15, 16, 18;
3. Экспериментальное задание после параграфа.
4. Экспериментальное задание для желающих: используя старую пластиковую мыльницу, изготовить пылесос и продемонстрировать его работу.

(*Вариант исполнения*: В днище одной из половинок пластмассовой мыльницы проделывают несколько пропилов шириной примерно 5 мм. Надевают вторую половинку. «Пылесос» готов!

Объяснение работы «пылесоса»: Пластмассовый корпус мыльницы при трении об одежду электризуется, пыль и ткань – тоже, но зарядом противоположного знака. Поэтому мыльница притягивает к себе пылинки; крупные же частички соскабливаются неровностями краев пропилов при движении и соскальзывают в отверстия. Закончив чистку, остается открыть мыльницу-«пылесос», вытряхнуть содержимое и удалить влажной тряпочкой пыль с ее внутренней поверхности.)

Приложение к уроку

Первые теории электричества

Вместе с ускорившимся развитием опытного исследования электрических явлений возникают и теории этих явлений.

Конечно, еще до середины XVIII в. существовали некоторые соображени о природе электричества. Но они были весьма примитивными. В большин стве случаев электрические действия объяснялись наличием вокруг заряже ных тел неких электрических атмосфер.

В середине XVIII в. появляются уже более содержательные теории эле трических явлений. Эти теории можно разделить на две основные группы:

Первая группа – это теории электрических явлений, основанные на при ципе дальнодействия.

Вторая группа – это теории, в основу которых положен принцип близ действия.

Остановимся сначала на развитии теории дальнодействия, которая по чила в XVIII в. почти всеобщее признание. Основоположниками теории да нодействия были Франклин и петербургский академик Эпинус.

Франклин еще в 40-х г. XVIII в. построил теорию электрических явлен Он предположил, что существует особая электрическая материя, представ ющая собой некую тонкую, невидимую жидкость. Частицы этой материи ладают свойством отталкиваться друг от друга и притягиваться к част обычной материи, т. е. частицам вещества, по современным понятиям.

Электрическая материя присутствует в телах в определенных количествах, и в этом случае ее присутствие не обнаруживается. Но если в теле появляется избыток этой материи, то тело электризуется положительно; наоборот, если в теле будет недостаток этой материи, то тело электризуется отрицательно. (Название «положительное и отрицательное электричество», которое так и осталось в науке, принадлежит Франклину.)

Электрическая материя, по Франклину, состоит из особо тонких частиц, поэтому она может проходить сквозь вещество. Особенно легко она проходит через проводники. Из теории Франклина следует очень важное положение о сохранении электрического заряда. Действительно, для создания, например, отрицательного заряда на каком-либо теле нужно от него отнять некоторое количество электрической жидкости, которая должна перейти на другое тело и образовать там положительный заряд такой же величины. После соединения этих тел электрическая материя вновь распределится между ними так, чтобы эти тела стали электрически нейтральными.

Это положение Франклин демонстрировал на опыте. Два человека стоят на смоляном диске (для изоляции их от окружающих предметов и земли). Один человек натирает стеклянную трубку. Другой касается этой трубки пальцем и извлекает искру. Оба человека теперь оказываются наэлектризованными: один – отрицательным электричеством, другой – положительным. Но при этом их заряды равны по абсолютной величине. После соприкосновения люди потеряют свои заряды и станут электрически нейтральными.

Теория Франклина была развита Францем Эпинусом (1724–1802) . При этом Эпинус как бы брал за образец теорию тяготения Ньютона. Ньютон предположил, что между всеми частицами обычных тел действуют дальнодействующие силы. Эти силы центральные, т.е. они действуют по прямой, соединяющей частицы.

Эпинус же предполагает, что между частицами электрической материи также действуют центральные дальнодействующие силы. Только силы тяготения являются силами притяжения, силы же, действующие между частицами электрической материи, – силами отталкивания. Кроме того, между частицами электрической материи и частицами обычного вещества, так же как и у Франклина действуют силы притяжения. И эти силы аналогично силам тяготения являются дальнодействующими и центральными. Далее Эпинус подобно Ньютону говорит, что введенные им силы нужно признать как факт и что в настоящее время нельзя объяснить, каким образом они действуют через пространство. Придумывать же необоснованные гипотезы он не желает. Здесь он полностью копирует Ньютона.

Эпинус идет дальше, сравнивал силы тяготения и электрические силы. Он предполагает, что силы, действующие между частицами электрической материи, «изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния. Так можно предполагать с некоторым правдоподобием, ибо в пользу такой зависимости, по-видимому, говорит аналогия с другими, явлениями природы». Эта предполагаемая аналогия и дает возможность Эпинусу построить теорию электрических явлений. Одной из интересных его работ было исследование электрической индукции. Эпинус показал, что если к проводнику приблизить заряженное тело, то на проводнике появляются электрические заряды. При этом сторона его, к которой подносят заряженное тело, наэлектризуется зарядом противоположного знака. И наоборот, на удаленной части проводника образуется заряд того же знака, что и на поднесенном теле.

Если убрать заряженное, тело, то проводник снова становится незаряженным. Но если проводник может быть разделен на две части в присутствии заряженного тела, то получатся два проводника, заряженные разноименными зарядами, которые останутся и при удалении индуцирующего, заряда.

Эпинус подтвердил и закон сохранения электрического заряда. Он писал: «Если я хочу в каком-либо теле увеличить количество электрической материи, я должен неизбежно взять ее вне его и, следовательно, уменьшить ее в каком-либо другом теле».

Одновременно с теорией электрический явлений, основанной на представлении о дальнодействии, появляются теории этих явлений, в основе которых лежит принцип близкодействия. Одним из родоначальников этой теории можно считать Ломоносова. Ломоносов был противником теории дальнодействия. Он считал, что тело не может действовать на другие мгновенно через пустое или заполненное чем-либо пространство. Он полагал, что электрическое взаимодействие передается от тела к телу через особую среду, заполняющую все пустое пространство, в частности и пространство между частицами, из которых состоит «весомая материя», т.е. вещество. Электрические явления, по Ломоносову, следует рассматривать как определенные микроскопические движения, происходящие в эфире. То же самое относится и к магнитным явлениям.

На точке зрения близкодействия в теории электричества и магнетизма стоял и другой петербургский академик – Л. Эйлер. В середине XVIII в., как и Ломоносов, он выступил за теорию близкодействия. Он предполагал существование эфира, движением и свойствами которого объяснял наблюдаемые электрические явления. Однако теоретические представления Ломоносова и Эйлера в то время не могли получить развития. Вскоре был открыт закон Кулона. Он был по своей форме таким же, как и закон всемирного тяготения, и, естественно, его понимание было таким же, как и понимание закона тяготения. Таким образом, закон Кулона был воспринят как доказательство теории дальнодействия.

После открытия закона Кулона теория дальнодействия совсем вытесняет теорию близкодействия. И только в XIX в. Фарадей возрождает теорию близкодействия. Однако ее всеобщее признание начинается со второй половины XIX в., после экспериментального доказательства теории Максвелла.

Урок 7
Электрическое поле

Цель урока:

Сформировать представления учащихся об электрическом поле и его свойствах.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Вопросы для повторения:

– Объясните возникновение положительного и отрицательного зарядов в процессе электризации трением.

– Почему металлы проводят электрический заряд, а диэлектрики – нет?
– Почему на эбонитовой палочке и шерсти, при их соприкосновении, образуются заряды, которые равны по модулю и противоположны по знаку?
– Сформулируйте закон сохранения заряда.
– Почему при заземлении заряженного проводника почти весь его заряд переходит в землю?

Эксперимент-фокус:

На столе стоит тонкостенный стакан, почти до верха наполненный водой. Пинцетом аккуратно кладем стальную иглу на поверхность воды – игла плавает. К краю стакана подносится «волшебная палочка» и иголка приходит в движение, начинает удаляться. В чем дело?

(*Объяснение эксперимента:* Палочка берется эбонитовая или из оргстекла, ее предварительно электризуют. К такой палочке притягивается не только игла, но и вода. Вследствие притяжения воды, ее поверхность становится наклонной, и иголка скатывается как по наклонной плоскости.)

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Тело заряжено отрицательно тогда, когда сумма всех положительных зарядов в теле ...

а) равна сумме всех отрицательных зарядов в нем;
б) больше суммы отрицательных зарядов в нем;
в) *меньше суммы всех отрицательных зарядов в нем.*

2. Стекло при трении о шелк заряжается ..., а шелк ...

а) *...положительно, ...отрицательно*;
б) ...отрицательно, ...положительно.

3. Что произойдет, если положительно заряженной палочкой коснуться отрицательно заряженного тела?

а) часть электронов перейдет с палочки на тело.
б) *часть электронов перейдет с тела на палочку.*

4. На рисунке 82 выберите те пары шариков, в которых электроны будут переходить от шарика *а* к шарику *б*, если их привести в соприкосновение.

а) в первой паре;
б) *во второй паре*;
в) в третьей паре.

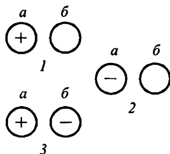


Рис. 82

5. Вещества, по которым заряды могут передвигаться, называются ... . В этих веществах ... свободные электроны.

а) ...проводниками, ...не содержатся;
б) ...изоляторами, ...не содержатся;
в) *...проводниками, ...содержатся;*
г) ...изоляторами, ...содержатся.

6. Какие из перечисленных веществ относятся к проводникам?

а) резина; б) *медь*;
в) пластмасса; г) *сталь.*

7. Какие из перечисленных веществ относятся к диэлектрикам?

а) *резина*; б) медь;
в) *пластмасса*; г) сталь.

8. Между двумя заряженными телами A и C помещено незаряженное тело B (см. рис. 83). Зарядится ли тело B, если его соединить с заряженными телами стеклянной и стальной палочками?

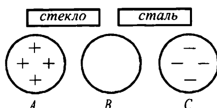


Рис. 83

а) не зарядится;
б) зарядится положительным зарядом;
в) *зарядится отрицательным зарядом*;
г) зарядится положительным и отрицательным зарядами.

Вариант II

Электризация стекла и шелка при трении их друг о друга объясняется так:

1. Атомы стекла … удерживают входящие в их состав электроны, чем атомы шелка.

а) *слабее*;
б) сильнее.

2. и поэтому электроны переходят …

а) *со стекла на шелк*;
б) с шелка на стекло.

3. В результате электризации на стекле образуется … электронов, а на шелке – …

а) …избыток, …недостаток;
б) *…недостаток, …избыток.*

4. Тело электризуется только тогда, когда оно … заряд.

а) приобретает;
б) теряет;
в) *приобретает или теряет.*

5. Можно ли наэлектризовать металлический стержень трением, держа его в руке?

а) все тела при трении электризуются, наэлектризуется и металлический стержень;
б) *нельзя, т.к. и металл, и тело человека – проводники.*

Если к легкой гильзе, подвешенной на нити, поднести отрицательно заряженную палочку, то:

6. На ближайшем к палочке конце образуется … электронов, и эта сторона зарядится …

а) …избыток, …положительно;
б) …избыток, …отрицательно;
в) *…недостаток, …положительно*;
г) …недостаток, …отрицательно.

7. На удаленном конце гильзы образуется … электронов, и она зарядится …

а) …избыток, …положительно;
б) *…избыток, …отрицательно*;
в) …недостаток, …положительно;
г) …недостаток, …отрицательно.

8. Так как на палочке и на той стороне гильзы, которая ближе к палочке, … заряды, то гильза …

а) …одноименные, …притянется к палочке;

б) …одноименные, …оттолкнется от палочки;

в) *…разноименные, …притянется к палочке*;

г) …разноименные, …оттолкнется от палочки.

Вариант III

1. Тело заряжено положительно в том случае, когда сумма всех положительных зарядов в теле … всех отрицательных зарядов в нем.

а) …равна сумме…;

б) *…больше суммы…*;

в) …меньше суммы…

2. Эбонит при натирании шерстью заряжается …, шерсть же заряжается …

а) …положительно, …отрицательно;

б) *…отрицательно, …положительно*;

в) …отрицательно, …тоже отрицательно;

г) …положительно, …тоже положительно.

3. Что произойдет, если отрицательно заряженной палочкой коснуться незаряженного тела? Часть электронов перейдет …

а) *с палочки на тело*;

б) с тела на палочку.

4. На рисунке 84 выберите те пары шариков, в которых электроны будут переходить от шарика Б к шарику А, если их привести в соприкосновение.

а) в первой паре;

б) во второй паре;

в) *в третьей паре*.

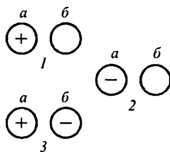


Рис. 84

5. Вещества, по которым заряды могут передвигаться, называются … . В этих веществах … свободные электроны.

а) …проводниками, …не содержатся;

б) …изоляторами, …не содержатся;

в) *…проводниками, …содержатся*;

г) …изоляторами, …содержатся.

6. Какие из перечисленных веществ относятся к проводникам?

а) эбонит;

б) *алюминий*;

в) стекло;

г) *железо*.

7. Какие из перечисленных веществ относятся к диэлектрикам?

а) *эбонит*;

б) алюминий;

в) *стекло*;

г) железо.

8. Незаряженные электроскопы А и С соединяются с заряженным электроскопом В при помощи двух палочек из эбонита и стали (см. рис. 85). Зарядятся ли электроскопы А и С?

а) зарядятся;

б) не зарядятся;

в) зарядится только электроскоп А;

г) *зарядится только электроскоп С.*

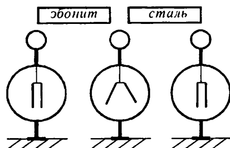


Рис. 85

Вариант IV

Электризация эбонита и шерсти при трении их друг о друга объясняется так:

1. Атомы эбонита ... удерживают входящие в их состав электроны, чем атомы шерсти.

а) *слабее*;

б) сильнее.

2. и поэтому электроны переходят ...

а) с эбонита на шерсть;

б) *с шерсти на эбонит.*

3. В результате электризации на эбоните образуется ... электронов, а на шерсти – ...

а) *...избыток, ...недостаток*;

б) ...недостаток, ...избыток.

4. При электризации трением на взаимодействующих телах появляются заряды ... по абсолютному значению и ... по знаку.

а) ...равные, ...одинаковые;

б) ...разные, ...одинаковые;

в) *...равные, ...противоположные*;

г) ...разные, ...противоположные.

5. От чего зависит заряд, переходящий на ненаэлектризованное тело при соприкосновении с наэлектризованным телом?

Чем больше ..., которому передается заряд, тем ... часть заряда на него перейдет.

а) ...масса тела, ...большая;

б) ...масса тела, ...меньшая;

в) *...тело, ...большая*;

г) ...тело, ...меньшая.

Если к легкому шарику, подвешенному на нити, поднести положительно заряженную палочку, не касаясь шарика, то:

6. На ближайшей к палочке стороне образуется ... электронов, и эта сторона зарядится ...

а) ...избыток, ...положительно;

б) *...избыток, ...отрицательно*;

в) ...недостаток, ...положительно;

г) ...недостаток, ...отрицательно.

7. На противоположной стороне шарика образуется ... электронов, и она зарядится ...

а) ...избыток, ...положительно;

б) ...избыток, ...отрицательно;

в) *...недостаток, ...положительно*;

г) ...недостаток, ...отрицательно.

8. Так как на палочке и на той стороне шарика, которая ближе к палочке, будут ... заряды, то шарик ...

а) ...одноименные, ...притянется к палочке;

б) ...одноименные, ...оттолкнется от палочки;

в) *...разноименные, ...притянется к палочке*;

г) ...разноименные, ...оттолкнется от палочки.

III. Новый материал

Эксперимент 1

Подвесим на нитке легкую металлическую гильзу из фольги. Медленно приблизим к гильзе вертикально расположенную пластину пенопласта, предварительно зарядив ее натиранием шерстью (пенопласт зарядится отрицательно).

– Что происходит? (*При отсутствии непосредственного контакта гильза на нити отклонилась от вертикального положения.*)

Итак, заряженные тела могут взаимодействовать и на расстоянии. Может быть, все дело в воздухе, находящимся между телами?

Эксперимент 2

Заряженный электроскоп (с вынутыми стеклами) помещают под колокол воздушного насоса. Воздух выкачивается. В безвоздушном пространстве листочки электроскопа по-прежнему будут отталкиваться друг от друга.

– Какой можно сделать вывод? (*В передаче электрического взаимодействия воздух не участвует.*)

– Как же осуществляется взаимодействие? (*С помощью электрического поля, которое образуется вокруг заряженных тел.*)

Основные свойства электрического поля:

1. Электрическое поле заряженного тела действует с некоторой силой на всякое другое тело, оказавшееся в этом поле.
2. Вблизи заряженных тел создаваемое ими поле сильнее, а вдали – слабее.

– Приведите примеры экспериментов, подтверждающих первое свойство. (*Опыт 1 – с гильзой и пенопластом.*)

Эксперимент 3

На край спинки стула кладется деревянная линейка так, чтобы она была в равновесии и неподвижна. Стеклянная бутылка тщательно протирается тряпочкой и подносится к линейке, не прикасаясь (бутылка должна быть хорошо высушена). Линейка выходит из состояния покоя и падает. В чем причина?

(*Ответ*: Линейка оказалась в электрическом поле заряженной бутылки и подверглась действию этого поля.)

Второе свойство электрического поля можно проиллюстрировать при помощи следующего опыта:

Эксперимент 4

На столе стоит электрометр. Медленно приближаем заряженный пенопласт к шару электрометра, отслеживая положение стрелки прибора в зависимости от расстояния между пенопластом и шаром.

Вывод: интенсивность электрического поля тем больше, чем меньше расстояние до заряженного тела.

Со времен Фарадея для графического изображения электрического поля принято использовать силовые линии (см. рис. 86).

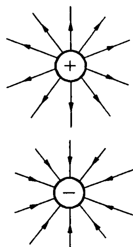


Рис. 86

IV. Закрепление изученного

- Опишите опыт, который показывает, что электрическое взаимодействие передается не через воздух.
- Чем отличается пространство, окружающее наэлектризованное тело, от пространства, окружающего ненаэлектризованное тело?
- Как можно обнаружить электрическое поле?
- Как изменяется сила, действующая на гильзу при удалении ее от заряженного тела?

Домашнее задание

1. § 6;
2. Экспериментальное задание к параграфу;
3. Задачи 19, 20.

Урок 8
Громоотвод

Цель урока:

Ознакомить учащихся с первыми шагами в практическом применении учения об электрическом поле.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Что такое электрическое поле?
- Чем отличается поле от вещества?
- Перечислите основные свойства электрического поля.
- Что называют силовыми линиями электрического поля?
- Как находят ускорение заряженной частицы, движущейся в электрическом поле?
- В каком случае электрическое поле увеличивает скорость частицы, а в каком – уменьшает ее?
- Почему нейтральные кусочки бумаги притягиваются к наэлектризованному телу?
- Объясните, почему после сообщения электрическому султану заряда его бумажные полоски расходятся?

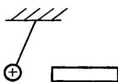


Рис. 87

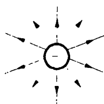


Рис. 88

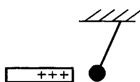


Рис. 89

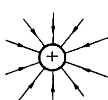


Рис. 90

II. Самостоятельная работа по теме «Электрическое поле»

Вариант I

1. Дайте определение термину «проводник»;

2. Закончите рисунок (рис. 87).

3. Исправьте ошибку (рис. 88).

4. Какая получится частица, и каков будет ее заряд, если атом кислорода потеряет 2 электрона? (*Ответ*: положительный ион кислорода; $3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Кл.)

5. Подумайте, почему отклоняется стрелка электроскопа, когда его шара касаются положительно заряженной палочкой?

6. Объясните, изменится ли масса шара, если его зарядить положительно? если измениться, то как? (*Ответ*: масса шара уменьшится – с него уйдут электроны.)

Вариант II

1. Дайте определение термину «диэлектрик»;

2. Закончите рисунок (рис. 89).

3. Исправьте ошибку (рис. 90).

4. Какая получится частица, и каков будет ее заряд, если атом азота присоединит к себе 4 электрона? (*Ответ*: отрицательный ион азота; $6{,}4 \cdot 10^{-19}$ Кл.)

5. Подумайте, почему отклоняется стрелка электроскопа, когда его шара касаются отрицательно заряженной палочкой?

6. Объясните, зачем стержень электроскопа всегда делают металлическим? (*Ответ*: в металле много свободных электронов.)

III. Новый материал

Эксперимент 2

Возьмем проводник грушевидной формы, расположенный на изолирующей подставке и зарядим его.

Пробным шариком на изолирующей ручке коснемся узкого конца проводника и поместим шарик внутрь полой сферы электрометра. Запомним показания электрометра. Повторим опыт, касаясь широкого конца проводника.

– Какой можно сделать вывод? (*Электрическое поле вблизи металлического острия более сильное, в этой области плотность распределения заряда больше.*)

На этом свойстве проводников основано действие громоотвода (более правильное название – молниеотвод).

Молния имеет электрическую природу. Она возникает тогда, когда тучи создают сильное электрическое поле, которое разгоняет свободные электро-

ны (они всегда имеются в небольшом количестве в воздухе). Они ионизируют встречные молекулы, выбивая электроны. Возникает лавина заряженных частиц, образующих быстро удлиняющуюся светящуюся искру. Этот искровой разряд и образует молнию.

Домашнее задание

1. Подготовится к зачету по тему «Электрические явления»;
2. Задачи 21, 22, 23, 24.

Приложение к уроку

Первые шаги в практическом применении учения об электрических явлениях

Хотя учение об электрических явлениях начало играть существенную роль в практической жизни лишь начиная с середины XX в., тем не менее, первые попытки практического применения электричества относятся уже к середине XVIII в.

После изобретения лейденской банки, когда ученые смогли наблюдать сравнительно большие искры при электрическом разряде, возникла мысль об электрической природе молнии.

Известный американский ученый и общественный деятель Бенджамин Франклин (1706–1790) высказал эту идею в письме в Лондонское королевское общество в 1750 г.

В этом письме он объяснял также как можно проверить высказанное предположение. Он предлагал поставить на башню будку, на крышу которой вывести железный шест. Помещенный внутри будки человек в случае грозы мог бы извлекать из шеста электрические искры.

Содержание письма Франклина стало известно во Франции. О нем узнал француз Далибар, который в мае 1752 г. проделал опыт, о котором писал Франклин.

У себя в саду, возле Парижа, Далибар установил высокий железный шест, изолировав его от земли. В то время когда собиралась гроза, он попробовал извлечь электрические искры из шеста. Опыт удался. Действительно, Далибару удалось получить электрические искры.

В том же году, летом Франклин в Америке проделал похожий опыт. Вместе со своим сыном он запустил змей во время грозы. Когда нить, которой был привязан змей намокла, то из нее можно было извлекать электрические искры. Франклину даже удалось зарядить при этом лейденскую банку.

После того как об опытах Франклина стало известно в Петербурге, подобными же опытами, занялись русские академики Рихман и Ломоносов. Они устроили более удобную установку для изучения атмосферного электричества, названную громовой машиной.

Громовая машина представляла собой заостренный железный шест, установленный на крыше дома. От железного шеста в дом шла проволока, конец этой проволоки был соединен с электрическим указателем, т.е. с простейшим электрометром, изобретенным Рихманом.

С громовой машиной и Рихман, и Ломоносов проделали много опытов. Ломоносов открыл, что электрические заряды в атмосфере появляются не только во время грозы, но и без нее. На основе своих опытов Ломоносов создал первую научную теорию образования электричества в атмосфере.

1753 г. случилось несчастье. Собиралась гроза, и Рихман пришел к своей громовой машине, чтобы наблюдать электрические разряды. Вдруг в комнате появилась шаровая молния, произошел электрический разряд – и ученый был убит.

Впечатлением от трагической смерти Рихмана немедленно воспользовалось духовенство в целях борьбы с безбожием. Попы и монахи стали распространять мысль о том, что Рихман был наказан богом за дерзкие опыты.

После того как была выяснена электрическая природа грозы возникла идея устройства громоотвода для предохранения зданий от пожаров в результате попадания в них молнии. Громоотводы быстро вошли в практику. Это было первое практическое применение учения об электрических явлениях. Оно способствовало развитию научных исследований по электричеству вообще.

Следует отметить, что духовенство и позже враждебно относилось к исследованиям атмосферного электричества и к использованию громоотводов, полагая, что защита от ударов молний безбожное занятие. Второй попыткой использования электричества для практических целей было применение его для лечения болезней.

Как мы видели выше, уже Мушенбрук, описывая изобретение лейденской банки, обратил внимание на сильное и необычное действие электрического разряда на человека. Вскоре этим действием заинтересовались врачи. Возникла мысль о том, что в живом организме существуют электрические токи, которые играют в нем какую-то важную роль. Вместе с этим пришло убеждение о возможности применения электричества для лечения болезней.

С этой целью стали производить опыты по электризации людей, пропусканию через тело человека электрического тока и т.д. Был написан ряд книг по исследованию действия электричества на организм человека. В качестве примера можно указать на книгу Марата, известного деятеля французской революции, врача по специальности. Он написал в 1783 г. «Трактат о медицинском электричестве», который был удостоен специальной премии. Однако все такие исследования в то время не привели к каким-либо положительным практическим результатам. Действительное применение электричества для лечения болезней началось гораздо позже. Но такие исследования сыграли большую роль в усилении интереса к исследованиям электрических явлений вообще. Больше того, как мы увидим ниже, именно исследование влияния электричества на живой организм привело к открытию итальянским врачом Гальвани так называемого гальванического электричества.

История применения электрических явлений в медицине очень интересна тем, что она показывает, как новые открытия в области физических наук бывают вызваны задачами других наук (в данном случае медицины).

Урок 9
Зачет по теме «Электрические явления»

Цель урока:

Проверить и оценить знания учащихся по теме «Электрические явления».

Ход урока

Вариант I

1. Висящая на шелковой нити станиолевая гильза оттолкнулась от поднесенного отрицательно заряженного шарика. В каких случаях это возможно? Выберите верный ответ:

а) гильза не была заряжена;
б) гильза была заряжена отрицательно;
в) гильза была заряжена положительно.

2. Имеются два металлических шарика одинакового размера. Заряд одного из них $q = -16$ нКл, другого – $q = -14{,}4$ нКл. Шарики привели в соприкосновение, а потом развели. Какой заряд будет у каждого шарика? Изобразите силовые линии электрического поля у этих шариков до их взаимодействия. Сколько избыточных электронов имеет каждый шарик после взаимодействия?

3. В электрическое поле параллельно силовым линиям влетела положительно заряженная частица и стала двигаться равнозамедленно с ускорением $a = 10^{11}$ м/с^2. Сделайте рисунок, изобразив направление силовых линий поля и силу, действующую на частицу. Определите массу частицы, если действующая сила равна $1{,}67 \cdot 10^{-16}$ Н. Назовите эту частицу.

4. Опишите состав атомов $^{7}_{3}Li$, $^{6}_{3}Li$.

5. Тело заряжено положительно в том случае, когда сумма всех положительных зарядов в теле … всех отрицательных зарядов в нем.

а) …равна сумме…; б) …больше суммы…;
в) …меньше суммы… .

6. Эбонит при натирании шерстью заряжается …, шерсть же …

а) …положительно, …отрицательно;
б) …отрицательно, …положительно;
в) …отрицательно, …тоже отрицательно;
г) …положительно, …тоже положительно.

7. Что произойдет, если отрицательно заряженной палочкой коснуться незаряженного тела?

Часть электронов перейдет …

а) с палочки на тело;
б) с тела на палочку.

8. На рисунке 91 выберете те пары шариков, в которых электроны будут переходить от шарика *б* к шарику *а*, если их привести в соприкосновение.

а) в первой паре;
б) во второй паре;
в) в третьей паре.

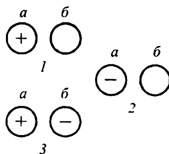


Рис. 91

9. Вещества, по которым передаются заряды, называют … В этих веществах … свободные электроны.

а) …проводниками, …не содержатся;
б) …диэлектриками, …не содержатся;
в) …проводниками, …содержатся;
г) …диэлектриками, …содержатся.

10. Какие из перечисленных веществ относятся к проводникам?

а) эбонит; б) алюминий;
в) стекло; г) железо.

11. Какие из перечисленных веществ относятся к диэлектрикам?

а) эбонит; б) алюминий;
в) стекло; г) железо.

12. Незаряженные электроскопы А и С соединяются с заряженным электроскопом В двумя палочками из эбонита и стали (см. рис. 92). Зарядятся ли электроскопы А и С?

а) зарядятся;
б) не зарядятся;
в) зарядится только электроскоп А;
г) зарядится только электроскоп С.

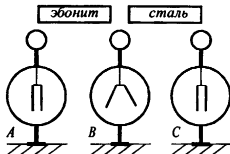


Рис. 92

Вариант II

1. Висящая на шелковой нити станиолевая гильза притянулась к положительно заряженному шарику. В каких случаях это возможно? Выберите правильный ответ:

а) гильза не была заряжена;
б) гильза была заряжена отрицательно;
в) гильза была заряжена положительно.

2. Имеются два металлических шарика одинакового размера. Заряд одного из них $q = 70$ нКл, другого – $q = -10$ нКл. Шарики привели в соприкосновение, а потом развели. Какой заряд будет у каждого шарика? Изобразите силовые линии электрического поля у этих шариков до их взаимодействия. Сколько избыточных электронов имеет каждый шарик после взаимодействия? Правильно ли сформулирован последний вопрос задачи?

3. В электрическое поле против направления силовых линий влетела отрицательно заряженная частица массой $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг. Как будет изменяться скорость частицы? Определите ее ускорение, если на нее действует электрическая сила $F = 1{,}82 \cdot 10^{-20}$ Н. Что можно сказать о нейтральной частице, попавшей в это электрическое поле?

4. Опишите состав атомов $^{15}_{8}O$, $^{16}_{8}O$.

Электризация эбонита и шерсти при трении их друг о друга объясняется так:

5. Атомы эбонита ... удерживают входящие в их состав электроны, чем атомы шерсти.

а) слабее;
б) сильнее.

6. и поэтому электроны переходят ...

а) с эбонита на шерсть;
б) с шерсти на эбонит.

7. В результате на эбоните образуется ... электронов, а на шерсти ... .

а) ...избыток, ...недостаток;
б) ...недостаток, ...избыток.

8. При электризации трением на взаимодействующих телах появляются заряды ... по абсолютному значению и ... по знаку.

а) ...равные, ...одинаковые;
б) ...разные, ...одинаковые;
в) ...равные, ...противоположные;
г) ...разные, ...противоположные.

9. От чего зависит заряд, переходящий на ненаэлектризованное тело при соприкосновении с наэлектризованным телом?

Чем больше ..., которому передается заряд, тем ... часть заряда на него перейдет.

а) ...масса тела, ...большая;
б) ...масса тела, ...меньшая;
в) ...тело, ...большая;
г) ...тело, ...меньшая.

Если к легкому шарику, подвешенному на нити, поднести положительно заряженную палочку, не касаясь шарика, то:

10. На ближайшей к палочке стороне образуется ... электронов, и эта сторона зарядится ...

а) ...избыток, ...положительно;
б) ...избыток, ...отрицательно;
в) ...недостаток, ...положительно;
г) ...недостаток, ...отрицательно.

11. На противоположной стороне шарика образуется ... электронов, и она зарядится ...

а) ...избыток, ...положительно;
б) ...избыток, ...отрицательно;
в) ...недостаток, ...положительно;
г) ...недостаток, ...отрицательно.

12. Так как на палочке и на той стороне шарика, которая ближе к палочке, будут ... заряды, то шарик ...

а) ...одноименные, ...притянется к палочке;
б) ...одноименные, ...оттолкнется от палочки;
в) ...разноименные, ...притянется к палочке;
г) ...разноименные, ...оттолкнется от палочки.

Устные вопросы к зачету

- Каким зарядом зарядятся листочки электроскопа, если к стержню поднести, не касаясь, положительно заряженное тело?
- Каким зарядом зарядятся листочки электроскопа, если к стержню поднести, не касаясь, отрицательно заряженное тело?
- Как при помощи положительно заряженной палочки определить каким зарядом заряжен электроскоп?
- Как при помощи отрицательно заряженной палочки определить каким зарядом заряжен электроскоп?
- Положительно заряженное тело соединяют проводником с Землей. Объяснить явление на основе электронной теории.
- Отрицательно заряженное тело соединяют с Землей. Объяснить явление на основе электронной теории.

– Как определить знак заряда тела, имея в распоряжении эбонитовую палочку, сукно и электроскоп?
– Тело заряжено положительно: избыток или недостаток в нем электронов? Объяснить на основе электронной теории.
– Можно ли эбонитовую палочку заряжать один раз отрицательно, а другой раз – положительно?
– Почему стеклянная палочка при трении о шелк электризуется положительно, а шелк – отрицательно?
– Почему заряженная полоска бумаги, подвешенная на нити, притягивается к поднесенной руке?
– Как объяснить, почему незаряженный металлический цилиндр, подвешенный на нити, притягивается к заряженному телу?
– Как при помощи отрицательно заряженного предмета зарядить другой предмет положительным зарядом?
– Легкий шарик, подвешенный на шелковой нити, притянулся к заряженному предмету. Можно ли утверждать, что шарик тоже был заряжен?
– На нитях подвешены две одинаковые бумажные гильзы, – одна заряжена, другая – нет. Как определить, какая гильза заряжена, а какая не заряжена?
– К концу металлического стержня на близкое расстояние, не касаясь, поднесли отрицательно заряженное тело. Как зарядится конец металлического стержня?
– К концу металлического стержня на близкое расстояние, не касаясь, поднесли положительно заряженное тело. Как зарядится конец металлического стержня?
– Почему листочки незаряженного электроскопа расходятся, если к нему поднести, не касаясь, наэлектризованное тело?
– Чем объяснить, что легкий незаряженный цилиндр вначале притягивается к наэлектризованной палочке, а затем, соприкоснувшись, отталкивается от нее?

Урок 10
Электрический ток

Цели урока:

Выяснить физическую природу электрического тока. Закрепить знания учащихся об условиях возникновения и существования электрического тока.

Ход урока

I. Новый материал

Эксперимент 1

Заряженный электрометр соединим с таким же, но незаряженным.

– Что происходит? Почему второй электроскоп показывает наличие заряда? (*Заряд перенесен свободными электронами, движущимися по проводнику.*)

Направленное движение заряженных частиц называется *электрическим током.*

Условия существования электрического тока:

1. Наличие свободных заряженных частиц (электронов, положительных или отрицательных ионов);
2. Наличие электрического поля.

Под действием электрического поля движение электронов в металле принимает упорядоченный характер, т.е. появляется ток.

Увидеть электроны (ионы) в проводнике невозможно, так как же можно обнаружить электрический ток? Ток обнаруживается по действию, которое он производит.

Тепловое действие тока

Эксперимент 2

Присоединим к полюсам источника тока железную или никелиновую проволоку. Проволока нагреется и, удлинившись, слегка провиснет. Ее можно раскалить докрасна.

– Приведите примеры теплового действия тока. (*На этом действии основана работа таких устройств, как электрокипятильники, электрические утюги, паяльники, электрические лампы и т.д.*)

Химическое действие тока

Эксперимент 3

В сосуд с электролитом, в качестве которого используем $CuSO_4$, опустим два угольных электрода и подключим их к источнику тока. При этом обнаружим, что катод постепенно покрывается красным слоем меди, а на аноде выделяются пузырьки газа.

Вывод: при прохождении тока через электролит на электродах выделяется вещество.

Магнитное действие тока

Эксперимент 4

На железный гвоздь наматываем медный провод, покрытый изоляционным материалом, а концы провода соединяют с источником тока.

Гвоздь становится магнитом и притягивает небольшие железные предметы: булавки, железные опилки. С исчезновением тока в обмотке гвоздь размагничивается.

Механическое действие тока

Эксперимент 5

На рамку навьем несколько витков медной проволоки. Концы обмотки присоединим к полюсам источника тока. Помещаем рамку между полюсами магнита, она начинает поворачиваться.

Физиологическое действие тока

При прохождении через живой организм ток вызывает сокращение мышц.

II. Закрепление изученного

Вопросы на закрепление:

– Что такое электрический ток?
– Что нужно создать в проводнике, чтобы в нем возник и существовал ток?
– Как можно наблюдать на опыте тепловое действие тока?

– Где используют тепловое и химическое действия тока?
– На каком опыте можно показать магнитное действие тока?

Решение задач

Разбираются задачи №1229, 1230, 1235 из сборника задач по физике В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой.

Домашнее задание

1. §8;
2. Задачи (сборник В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой) №1233, 1236.

Урок 11
Источники тока. Электрическая цепь

Цели урока:

Выяснить из каких частей состоит электрическая цепь. Объяснить учащимся назначение каждой части электрической цепи. Выяснить роль источника тока в электрической цепи.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Что такое электрический ток?
– Какие условия необходимы для существования тока?
– Какие частицы являются носителями тока в металлах?
– Какие частицы являются носителями тока в электролитах?
– Перечислите действия, оказываемые током.

Эксперимент-фокус

В два сосуда, наполненные водой, опускаем угольные стержни, и включаем в электрическую цепь. В одном случае ток есть (лампочка горит), в другом – нет. В чем причина?

(*Ответ*: Дистиллированная вода является изолятором, в ней нет свободных заряженных частиц. Добавим в воду ложку соли, и лампа загорится, т.к. появились ионы Na^+ и SO_4^-.)

II. Новый материал

Источники тока бывают различные, но во всяком из них совершается работа по разделению положительно и отрицательно заряженных частиц. Разделенные частицы накапливаются на полюсах. У любого источника тока два полюса – положительный (+) и отрицательный (–).

В источниках тока в процессе работы по разделению заряженных частиц происходит превращение механической, внутренней или какой-нибудь другой энергии в электрическую.

Эксперимент 1

Демонстрация работы электрофорной машины (*механическая энергия переходит в электрическую*).

Эксперимент 2

Демонстрация работы термопары (*внутренняя энергия переходит в электрическую*).

Эксперимент 3

Демонстрация солнечной батареи.

Эксперимент 4

К клеммам гальванометра присоединим медные провода. К концу одного из них прикрепите железный провод или гвоздь. Воткните медный провод и гвоздь в картофелину – стрелка гальванометра отклонится (*химическая энергия переходит в электрическую*).

Именно благодаря химическим реакциям, внутренняя энергия, выделяющаяся при этих реакциях, превращается в электрическую.

Из источников тока, использующих энергию химических реакций, наиболее распространены гальванический элемент и аккумуляторы.

Соединенные друг с другом источник тока, провода и потребители энергии (лампы, электроплитки и т.д.) образуют *электрическую цепь*.

При замыкании цепи электрическое поле от источника распространяется вдоль проводников со скоростью 300000 км/с.

Эксперимент 5

Два электрометра с металлическими шарами поставьте рядом на один край стола. Возьмите два провода, один короткий (около метра), а второй как можно длиннее (его можно размотать по всей аудитории: чем длиннее, тем лучше). Один из концов каждого провода соедините со стержнями электрометров. Другие концы оставьте на свободном от приборов крае стола. К этим концам приближайте заряженный пенопласт, наблюдая за стрелками электрометров. Видно, что электрометры одновременно реагируют на приход электрического поля. Это свидетельствует о том, что скорость распространения электрического поля очень велика.

III. Закрепление изученного

- Что такое электрический ток?
- Что нужно создать в проводнике, чтобы в нем возник и существовал ток?
- Какие превращения энергии происходят внутри источника тока?
- Что является положительным и отрицательным полюсами батареи?
- Каково назначение источника тока в электрической цепи?
- Из каких частей состоит электрическая цепь?
- Какую электрическую цепь называют замкнутой? Разомкнутой?
- Как можно наблюдать на опыте тепловое действие тока?
- Как можно наблюдать на опыте химическое действие тока?
- Где используют тепловое и химическое действия тока?
- На каком опыте можно показать магнитное действие тока?
- Направление движения каких частиц в проводнике принято за направление тока?
- От какого полюса источника тока и к какому принято считать направление тока?

Домашнее задание

1. §9;
2. Задачи 26, 25;
3. Экспериментальное задание: разберите старую батарейку из сухих элементов. Найдите части, из которых она состоит. Из дополнительной литерату-

ры найдите, как устроена и работает батарейка (гальванический элемент) и аккумулятор.

Приложение к уроку

История изобретения гальванического элемента

Важнейшим шагом вперед в развитии учения об электрических и магнитных явлениях было изобретение первого источника постоянного тока – гальванического элемента. История этого изобретения начинается с работ итальянского врача Луиджи Гальвани (1737–1798), относящихся к концу XVIII в.

Гальвани интересовался физиологическим действием электрического разряда. Начиная с 80-х гг. XVIII столетия, он предпринял ряд опытов для выяснения действия электрического разряда на мускулы препарированной лягушки. Однажды он обнаружил, что при проскакивании искры в электрической машине или при разряде лейденской банки мускулы лягушки сокращались, если к ним в это время прикасались металлическим скальпелем.

Заинтересовавшись наблюдаемым эффектом, Гальвани решил проверить, не будет ли оказывать такое же действие на лапки лягушки атмосферное электричество. Действительно, соединив один конец нерва лапки лягушки с проводником изолированным шестом, выставленным на крыше, а другой конец нерва с землей, он заметил, что, во время грозы время от времени происходило сокращение мускулов лягушки. Затем Гальвани подвесил препарированных лягушек за мерные крюки, зацепленные за их спинной мозг, около железной решетки сада. Он обнаружил, что иногда, когда мышцы лягушки касались железной ограды, происходило сокращение мускулов. Причем эти явления наблюдались и в ясную погоду. Следовательно, решил Гальвани, в данном случае уже не гроза является причиной наблюдаемого явления. Для подтверждения этого вывода Гальвани проделал подобный опыт в комнате. Он взял лягушку, у которой спинной нерв был соединен с медным крюком, и положил ее на железную дощечку. Оказалось, что когда медный крючок касался железа, то происходило сокращение мускулов лягушки.

Гальвани решил, что открыл «животное электричество», т.е. электричество, которое вырабатывается в организме лягушки. При замыкании нерва лягушки посредством медного крюка и железной дощечки образуется замкнутая цепь, по которой пробегает электрический заряд (электрическая жидкость или материя), что и вызывает сокращение мускулов.

Открытием Гальвани заинтересовались и физики и врачи. Среди физиков был соотечественник Гальвани Адессандро Вольта. (1745–1827). Вольта повторил опыты Гальвани, а затем решил проверить, как будут себя вести мускулы лягушки, если через них пропустить не «животное электричество», а электричество, полученное каким-либо из известных способов. При этом он обнаружил, что мускулы лягушки так же сокращались, как и в опыте Гальванти. Проделав такого рода исследования, Вольта пришел к выводу, что лягушка является только «прибором», регистрирующим протекание электричества, что никакого особого «животного электричества» не существует.

Почему же все-таки в опыте Гальвани мускулы лягушки регистрируют протекание электрического разряда? Что является в данном случае источником электричества? Вольта предположил, что причиной электричества является контакт двух различных металлов.

Нужно отметить, что уже Гальвани заметил зависимость силы судорожного сжатия мускулов лягушки, от рода металлов, образующих цепь, по которой протекает электричество. Однако Гальвани не обратил на это серьезного внимания. Вольта же наоборот, усмотрел в нем возможность построения новой теории. Не согласившись с теорией «животного электричества», Вольта выдвинул теорию «металлического электричества». По этой теории причиной гальванического электричества является соприкосновение различных металлов.

В каждом металле, считал Вольта, содержится электрическая жидкость (флюид), которая, когда металл не наряжен, находится в покое и себя не проявляет. Но если соединить два различных металла, то равновесие электричества внутри них нарушится: электрическая жидкость придет в движение. При этом электрический флюид в некотором количестве перейдет из одного металла в другой, после чего равновесие вновь восстановится. Но в результате этого металлы наэлектризуются: один – положительно, другой – отрицательно.

Эти соображения Вольта подтвердил на опыте. Ему удалось показать, что действительно при простом соприкосновении двух металлов один из них приобретает положительный заряд, а другой отрицательный. Таким образом, Вольта открыл так называемую контактную разность потенциалов. Вольта проделывал следующий опыт. На медный диск, прикрепленный к обыкновенному электроскопу, вместо шарика, он помещал такой же диск, изготовленный из другого металла и имеющий рукоятку. Диски при наложении в ряде мест приходили в соприкосновение. В результате этого между дисками появлялась контактная разность потенциалов (по терминологии Вольта, между дисками возникала «разность напряжений»).

Для того чтобы обнаружить «разность напряжений», появляющуюся при соприкосновении различных металлов, которая, вообще говоря, мала (порядка 1В), Вольта поднимал верхний диск, и тогда листочки электроскопа заметно расходились. Это вызывалось тем, что емкость конденсатора, образованного дисками, уменьшалась, а разность потенциалов между ними во столько же раз увеличивалась.

Но открытие контактной разности потенциалов между различными металлами еще не могло объяснить опытов Гальвани с лягушками. Нужны были дополнительные предположения.

Составим обычную замкнутую цепь проводников из разных металлов. Несмотря на то, что между этими металлами возникает разность потенциалов, постоянного течения электричества по цепи не получается. Это сразу понятно для простейшего случая двух металлов. Возьмем, например, два куска медной и цинковой проволоки и соединим их концы. Тогда одна из них (цинковая) зарядится отрицательным электричеством, а медная – положительным. Если теперь соединить и другие концы этих проволок, то и в этом случае второй конец цинковой проволоки будет электризоваться отрицательно, а соответствующий конец медной проволоки положительно. И постоянного течения электричества в цепи не получится.

Но в опыте Гальвани соединялись не только металлы. В цепь включались и мышцы лягушки, содержащие и себе жидкость. Вот в этом и заключается все дело – решил Вольта. Он предположил, что все проводники следует разбить на два класса: проводники первого рода – металлы и некоторые другие твердые тела и проводники второго рода – жидкости. При этом Вольта решил,

что разность потенциалов возникает только при соприкосновении проводников первого рода. Такое предположение объясняло опыт Гальвани. В результате соприкосновения двух различных металлов нарушается равновесие в них электричества. Это равновесие восстанавливается в результате того, что металлы соединяются через тело лягушки. Таким образом, электрическое равновесие все время нарушается и все время восстанавливается, значит, электричество все время движется.

Такое объяснение опыта Гальвани неверно, но оно натолкнуло Вольта на мысль о создании источника постоянного тока гальванической батареи. И вот в 1800 г. Вольта построил первую гальваническую батарею – Вольтов столб. Вольтов столб состоял из нескольких десятков круглых серебряных и цинковых пластин, положенных друг на друга. Между парами пластин были проложены картонные кружки, пропитанные соленой водой. Такой прибор служил источником непрерывного электрического тока.

Интересно, что в качестве довода о существовании непрерывного электрического тока, Вольта опять-таки привлекал непосредственные ощущения человека. Он писал, что если крайние пластины замкнуты через тело человека, то сначала, как и в случае с лейденской банкой, человек испытывает удар и покалывание. Затем возникает ощущение непрерывного жжения, «которое не только не утихает, – говорит Вольта, – но делается все сильнее и сильнее, становясь скоро невыносимым, до тех пор пока цепь не разомкнется».

Изобретение Вольтова столба – первого источника постоянного тока – имело огромное значение для развития учения об электричестве и магнетизме. Что же касается объяснения действия этого прибора Вольта, то оно, как мы видели, было ошибочным. Это вскоре заметили некоторые ученые.

Действительно, по теории Вольта получалось, что с гальваническим элементом во время его действия не происходит никаких изменений. Электрический ток течет по проволоке, нагревает ее, может зарядить лейденскую банку и т.д., но сам гальванический элемент при этом остается неизменным. Но такой прибор является не чем иным, как вечным двигателем, который, не изменяясь, производит изменение в окружающих телах, в том числе и механическую работу.

К концу XVIII в., среди ученых уже широко распространилось мнение о невозможности существования вечного двигателя. Поэтому многие из них отвергли теорию действия гальванического элемента, придуманную Вольта.

В противовес теории Вольта была предложена химическая теория гальванического элемента. Вскоре, после его изобретения было замечено, что в гальваническом элементе происходят химические реакций, в которые вступают металлы и жидкости. Правильная химическая теория действия гальванического элемента вытеснила теорию Вольта.

После открытия Вольтова столба ученые разных стран начали исследовать действия электрического тока. При этом совершенствовался и сам гальванический элемент. Уже Вольта наряду со «столбом» стал употреблять более удобную чашечную батарею гальванических элементов. Для исследования действий электрического тока стали строить батареи со все большим и большим числом элементов.

Наиболее крупную батарею в самом начале XIX в. построил русский физик Василий Владимирович Петров (1761–1834) в Петербурге. Его батарея состояла из 4200 цинковых и медных кружков. Кружки укладывались в ящик горизонтально и разделялись бумажными прокладками, пропитанными нашатырем. Батарея Петрова была описана им в его книге («Известия о Гальвани-Вольтовых опытах»), вышедшей в России в 1803 г.

Первые шаги в изучении электрического тока относились к его, химическим действиям. Уже в том же году, в котором Вольта изобрел гальваническую батарею, было открыто свойство электрического тока разлагать воду. Вслед за этим было произведено разложение электрическим током растворов некоторых солей. В 1807 г. английский химик Дэви путем электролиза расплавов едких щелочей открыл новые элементы: калий и натрий.

Исследование химического действия тока и выяснение химических процессов, происходящих в гальванических элементах, привело ученых к разработке теории прохождения электрического тока через электролиты.

Урок 12
Сила тока

Цели урока:

Ввести новую физическую величину – силу тока и единицу ее измерения (ампер); научить измерять силу тока.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Вопросы для повторения:

- Кто и когда изобрел первый источник тока?
- Какие химические источники тока вы знаете?
- Из чего состоит электрическая цепь?
- Какой должна быть цепь, чтобы в ней мог существовать постоянный электрический ток?
- Какое направление в цепи выбирают за направление тока?
- Совпадает ли оно с направлением движения свободных электронов?
- Зачем в электрической цепи нужен источник тока?

Эксперимент 1

Концами двух разнородных проводников, присоединенных к гальванометру, касаются языка. Гальванометр показывает ток. Почему?

Эксперимент 2

Возьмите медный и угольный электроды, присоедините их к гальванометру и опустите в раствор электролита. Заметьте направление отклонения стрелки гальванометра. Замените угольный электрод цинковым. Почему стрелка гальванометра отклоняется теперь в другую сторону?

(*Ответ*: В первом случае положительным электродом является уголь, а во втором – медь.)

II. Проверочная работа

Вариант I

1. Электрическим током называют ...
а) движение электронов по проводнику;
б) упорядоченное движение электронов по проводнику;
в) движение электрических зарядов по проводнику;
г) *упорядоченное движение электрических зарядов по проводнику.*

2. Какие превращения энергии происходят в гальванических элементах?
а) электрическая энергия превращается в химическую;
б) механическая энергия превращается в электрическую;
в) внутренняя энергия превращается в электрическую;
г) *химическая энергия превращается в электрическую.*

3. Из какого металла изготовлены электроды в элементе Вольта?
а) из свинца;
б) из угля и пероксида марганца;
в) *из цинка и меди*;
г) из цинка и угля.

4. Какой раствор используется в элементе Вольта?
а) *водный раствор серной кислоты*;
б) клейстер из муки и раствора нашатыря;
в) *водный раствор поваренной соли.*

5. Какой электрод в элементе Вольта заряжен положительно и какой – отрицательно?
а) *цинк – положительно, медь – отрицательно*;
б) цинк – отрицательно, медь – положительно;
в) уголь – положительно, цинк – отрицательно;
г) уголь – отрицательно, цинк – положительно.

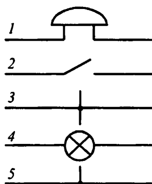
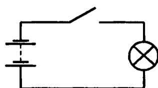


Рис. 93

6. На рисунке 93 изображены условные обозначения, применяемые на электросхемах. Какими цифрами обозначены:
а) пересечение проводов; (*3*)
б) ключ; (*2*)
в) электрический звонок; (*1*)
г) электрическая лампа; (*4*)
д) соединение проводов; (*5*)
е) потребители энергии; (*4*)
ж) приборы управления. (*2*)

7. Из каких частей состоит электрическая цепь, изображенная на рисунке 94?
а) элемент, выключатель, лампа, провода;
б) батарея элементов, звонок, выключатель, провода;
в) *батарея элементов, лампа, выключатель, провода.*


Рис. 94

Вариант II

1. Какой процесс происходит внутри источника тока при его работе?

а) источник тока создает электрические заряды, которые движутся по проводам;

б) источник тока вырабатывает электрический ток;

в) *источник тока совершает работу по разделению частиц, имеющих заряды. В результате один электрод заряжается положительно, а другой – отрицательно.*

2. Из чего делают электроды в сухих элементах?

а) из свинца;

б) из угля и пероксида марганца;

в) из цинка и меди;

г) *из цинка и угля.*

3. Какой раствор используется в сухих элементах?

а) водный раствор серной кислоты;

б) *клейстер из муки и раствора нашатыря*;

в) водный раствор поваренной соли.

4. Какой электрод в сухом элементе положительный и какой отрицательный?

а) цинк – положительно, медь – отрицательно;

б) цинк – отрицательно, медь – положительно;

в) *уголь – положительно, цинк – отрицательно*;

г) уголь – отрицательно, цинк – положительно.

5. Какой электрод в элементе Вольта заряжен положительно и какой – отрицательно?

а) *цинк – положительно, медь – отрицательно*;

б) цинк – отрицательно, медь – положительно;

в) уголь – положительно, цинк – отрицательно;

г) уголь – отрицательно, цинк – положительно.

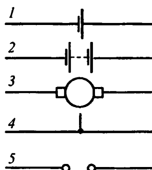


Рис. 95

6. На рисунке 95 изображены условные обозначения, применяемые на электросхемах. Какой цифрой обозначены:

а) батарея элементов или аккумуляторов; (*2*)

б) соединение проводов; (*4*)

в) зажимы для подключения какого-либо прибора; (*5*)

г) генератор или электродвигатель; (*3*)

д) элемент или аккумулятор; (*1*)

е) источники электроэнергии; (*1, 2*)

ж) потребители или приемники электроэнергии. (*3*)

7. Из каких частей состоит электрическая цепь, изображенная на рисунке 96?

а) элемент, кнопка, лампа, провода;

б) батарея элементов, звонок, кнопка, провода;

в) батарея элементов, лампа, кнопка, провода;

г) *элемент, кнопка, звонок, провода.*

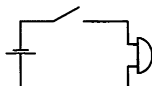


Рис. 96

III. Новый материал

Времена, когда ученые обнаруживали ток, пропуская его через себя, давно прошли. Теперь ток измеряют специальными приборами, которые называют ***амперметрами***.

На схемах амперметры условно обозначают:



Для включения амперметра в цепь соблюдают следующие правила:

1. Амперметр включают последовательно с тем элементом цепи, в котором измеряют силу тока.
2. Клемму амперметра со знаком «+» следует соединить с тем проводом, который идет от положительного полюса источника тока, клемму со знаком «–» соединяют с тем проводом, который идет от отрицательного полюса источника тока.

Силу тока измеряют в амперах (А): $I = \frac{q}{t}$, где q – заряд, прошедший через поперечное сечение проводника [Кл]; t – время [с].

IV. Закрепление изученного

Вопросы для закрепления:

- Какой величиной определяется сила тока в электрической цепи?
- Как выражается сила тока через электрический заряд и время?
- Что принимают за единицу силы тока? Как называется эта величина?
- Какие дольные и кратные амперу единицы силы тока вы знаете?
- Как выражается электрический заряд (количество электричества) через силу тока в проводнике и время его прохождения?

Решение задач

Для самостоятельного решения можно предложить задачи №1260, 1261, 1244, 1250 (сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой).

Тренировка сбора различных схем

Оборудование: 2 лампочки, соединительные провода, источник тока, выключатель, амперметр.

Собрать схемы по рисункам (см. рис. 97, 98, 99).

Домашнее задание

1. §10;
2. Задачи 30, 31, 33.

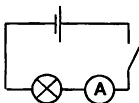


Рис. 97

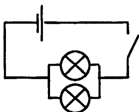


Рис. 98

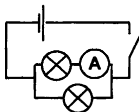


Рис. 99

Урок 13
Лабораторная работа 1
«Сборка электрической цепи и измерение силы тока на ее различных участках»

Цель урока:

Определение силы тока на различных участках цепи.

Оборудование:

Источник питания, две низковольтных лампы на подставках, ключ, амперметр, соединительные провода.

Ход урока

Указания к работе

1. Поочередно соберите цепи, изображенные на рис. 100, 101, 102. Запишите показания амперметра.
2. Сделайте вывод путем сравнения полученных показаний амперметра.
3. Поочередно соберите электрические цепи, изображенные на рис. 103, 104, 105. Запишите показания амперметра.
4. Сделайте вывод путем сравнения полученных показаний амперметра.
5. Ответьте на вопросы:

- Одинакова ли сила тока для всех проводников, соединенных последовательно? Параллельно?
- Как выражается сила тока в цепи до ее разветвление через силы токов в отдельных ветвях разветвления?

Примечание: Обратите внимание на знаки «+» и «–» на зажимах амперметра. Знак «+» следует соединить с плюсом источника тока, знак «–» – с минусом источника тока.

Нельзя присоединять амперметр к зажимам источника тока без какого-нибудь приемника тока, соединенного последовательно с амперметром. Можно испортить амперметр!

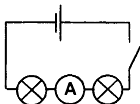


Рис. 100

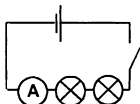


Рис. 101

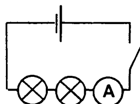


Рис. 102

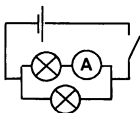


Рис. 103

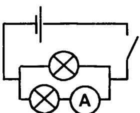


Рис. 104

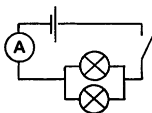


Рис. 105

Домашнее задание

Письменно оценить, чему вы научились при выполнении лабораторной работы. В случае необходимости завершить оформление отчета по работе.

Урок 14
Электрическое напряжение

Цели урока:

Ввести понятие напряжения и познакомить учащихся с единицей измерения напряжения.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Что такое сила тока? Какой буквой она обозначается?
- По какой формуле находится сила тока?
- Как называется прибор для измерения силы тока? Как он обозначается на схемах?
- Как называется единица силы тока? Как она обозначается?
- Какими правилами следует руководствоваться при включении амперметра в цепь?
- По какой формуле находится электрический заряд, проходящий через поперечное сечение проводника, если известны сила тока и время его прохождения?

II. Проверочная работа

Вариант I

1. Сколько миллиампер в 0,25 А?

а) 250 мА; б) 25 мА;
в) 2,5 мА; г) 0,25 мА;
д) 0,025 мА.

2. Выразите 0,25 мА в микроамперах.

а) 250 мкА; б) 25 мкА;
в) 2,5 мкА; г) 0,25 мкА;
д) 0,025 мкА.

На рис. 106 изображена схема электрической цепи.

3. Где на этой схеме у амперметра знак «+»?

а) у точки М;
б) у точки N.

4. Какое направление имеет ток в амперметре?

а) от М к N;
б) от N к М.

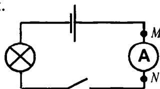


Рис. 106

Вариант II

1. Выразите 0,025 А в миллиамперах.

а) 250 мА; б) 25 мА;
в) 2,5 мА; г) 0,25 мА;
д) 0,025 мА.

2. Сколько микроампер в 0,025 мА?

а) 250 мкА; б) 25 мкА;
в) 2,5 мкА; г) 0,25 мкА;
д) 0,025 мкА.

На рис. 107 изображена схема электрической цепи.

9. Где на этой схеме у амперметра знак «+»?

а) у точки M; б) у точки N.

10. Какое направление имеет ток в амперметре?

а) от M к N; б) от N к M.

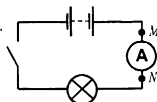


Рис. 107

III. Новый материал

Электрический ток – это направленное движение заряженных частиц. Направленное движение создается электрическим полем, которое при этом совершает работу. Работа, которую совершает ток при перемещении заряда в 1Кл по участку цепи, называется электрическим напряжением (или просто напряжением). Напряжение измеряется в вольтах (В): $U = \frac{A}{q}$, где U – напряжение [В]; A – работа [Дж]; q – заряд [Кл].

Прибор для измерения напряжения называют ***вольтметром***. На схемах вольтметр изображается знаком:



Правила включения вольтметра в цепь:

1. Зажимы вольтметра присоединяют к тем точкам цепи, между которыми надо измерить напряжение (параллельно соответствующему участку цепи).
2. Клемму вольтметра со знаком «+» следует соединить с той точкой цепи, которая соединена с положительным полюсом источника тока, а клемму со знаком «–» с точкой, которая соединена с отрицательным полюсом источника тока.

IV. Закрепление изученного

Вопросы на закрепление:

- Как называют прибор для измерения напряжения?
- Как включают вольтметр для измерения напряжения на участке цепи?
- Как с помощью вольтметра измерить напряжение на полюсах источника тока?
- Какой должна быть сила тока, проходящего через вольтметр, по сравнению с силой тока в цепи?

Решение задач

Задачи №1262, 1263, 1264, 1267 (сборник В.И.Лукашика, Е.В.Ивановой).

Тренировка сбора электрических схем

Собрать цепи по схемам (рис. 108, 109, 110).

Домашнее задание

1. §11;
2. Задачи 35, 37, 38.

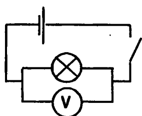


Рис. 108

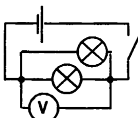


Рис. 109

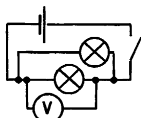


Рис. 110

Урок 15
Лабораторная работа 2
«Сборка электрической цепи и измерение напряжения на ее различных участках»

Цель урока:

Определение напряжения на различных участках цепи.

Оборудование:

Источник питания, две низковольтных лампы на подставках, ключ, вольтметр, соединительные провода.

Ход урока

Указания к работе

1. Поочередно соберите электрические цепи по схемам, изображенным на рис. 111, 112, 113. Запишите показания вольтметра.
2. Сделайте вывод, сравнив полученные показания вольтметра.
3. Поочередно соберите цепи по схемам, изображенным на рис. 114, 115, 116. Запишите показания вольтметра.
4. Сделайте вывод, сравнив полученные показания вольтметра.

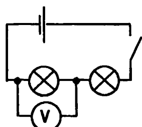


Рис. 111

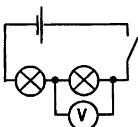


Рис. 112

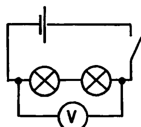


Рис. 113

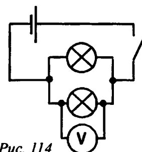


Рис. 114

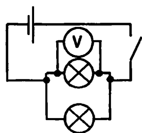


Рис. 115

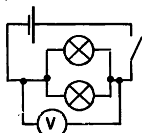


Рис. 116

5. Ответьте на вопросы:
- Одинаково ли напряжение для проводников, соединенных последовательно? Параллельно?
- Как найти напряжение участка цепи, состоящего из последовательно соединенных проводников, зная напряжение на каждом?

Домашнее задание

Письменно оценить, чему научились при выполнении лабораторной работы. В случае необходимости, завершить оформление отчета по работе.

Урок 16
Электрическое сопротивление. Резисторы

Цели урока:

Познакомить учащихся с электрическим сопротивлением проводников как физической величиной. Дать объяснение природе электрического сопротивления на основании электронной теории. Показать зависимость сопротивления от геометрических размеров проводника.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Что такое электрическое напряжение? Какой буквой оно обозначается?
- По какой формуле находится напряжение?
- Как называется единица напряжения?
- Как называется прибор для измерения напряжения? Как он обозначается на схемах?
- Какими правилами следует руководствоваться при включении вольтметра в цепь?

II. Новый материал

Эксперимент 1

Собираем электрическую цепь по схеме (рис. 117). Резистор представляет собой кусок проволоки.

Запомним показания амперметра.

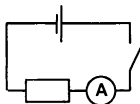


Рис. 117

Далее заменим резистор на кусок проволоки из другого материала такой же длины и той же площадью поперечного сечения. Видим, что показания амперметра различны, т.е. сила тока изменилась. При этом напряжение в обоих опытах остается неизменным. Следовательно сила тока зависит от свойств проводников. Разные проводники обладают различным сопротивлением. Электрическое сопротивление (R) – физическая величина, которая измеряется в омах (Ом).

От чего же зависит сопротивление? Из эксперимента 1 видно, что оно зависит от материала, из которого изготовлен проводник.

Эксперимент 2

Собираем схему, как в предыдущем опыте, но вместо резистора по очереди включаем в цепь железные проволоки разной длины, но с одинаковой площадью сечения. Замечаем показания амперметра в каждом случае.

Вывод: сила тока (а значит, и сопротивление) зависит от длины проводника.

Эксперимент 3

Та же схема, что и в предыдущих опытах. В качестве резистора по очереди включаются в цепь два куска железной проволоки равной длины, но с разной площадью поперечного сечения. Снимаются показания амперметра.

Вывод: сила тока (а значит, и сопротивление) зависит от площади поперечного сечения проводника.

Отсюда сопротивление проводника:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

где ρ – удельное сопротивление вещества (Ом·мм²/м);

l – длина проводника [м];

S – площадь поперечного сечения [мм²].

Так как сопротивление зависит от длины проводника, то существует устройство, с помощью которого в электрической цепи можно изменять сопротивление. Это ***реостат***.

Конструкция реостатов позволяет изменять длину проводника, по которому течет ток, изменяя при этом сопротивление в цепи. Путем изменения сопротивления цепи можно влиять на силу тока в ней. От нее, в свою очередь, зависит действие, оказываемое током на различные устройства в цепи.

III. Закрепление изученного

- Как зависит сопротивление проводника от его длины и от площади поперечного сечения?
- Как показать на опыте зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и вещества, из которого он изготовлен?
- Что называется удельным сопротивлением проводника?
- По какой формуле можно рассчитывать сопротивление проводников?
- В каких единицах выражается удельное сопротивление проводника?
- Из каких веществ изготавливают проводники, применяемые на практике?
- Для чего предназначен реостат?
- Почему в реостатах используют проволоку с большим удельным сопротивлением?
- Для каких величин указывают на реостате их допустимые значения?
- Как на схемах электрических цепей обозначают реостат?

IV. Решение задач

Задача Л–1313

Определите сопротивление медного контактного провода, подвешенного для питания трамвайного двигателя, если длина провода равна 5 км, а площадь поперечного сечения 0,65 см².

Дано:	Решение:
$l = 5000$ км $S = 0{,}65 \cdot 10^2$ мм² $\rho = 0{,}017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$;
$R = ?$	$R = 0{,}017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{5000\text{м}}{0{,}65 \cdot 10^2 \text{мм}^2} = 1{,}3\ \text{Ом}$. **Ответ:** $R = 1{,}3$ Ом.

Задача Л–1321

Обмотка реостата, изготовленная из никелиновой проволоки, имеет сопротивление 36 Ом. Какой длины эта проволока, если площадь ее поперечного сечения равна 0,2 мм^2?

Дано:
$R = 36$ Ом
$S = 0{,}2$ мм^2
$\rho = 0{,}4\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

$l = ?$

Решение:

$$R = \rho\cdot\frac{l}{S};\qquad l = \frac{R\cdot S}{\rho};$$

$$l = 36\ \text{Ом}\cdot 0{,}2\ \text{мм}^2 : 0{,}4\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}} = 18\ \text{м}.$$

Ответ: $l = 18$ м.

Задача Л–1325

Сопротивление проволоки, у которой площадь поперечного сечения 0,1 мм^2, равно 180 Ом. Какой площади поперечного сечения надо взять проволоку той же длины и того же материала, чтобы сопротивление получилось 36 Ом?

Дано:
$S_1 = 0{,}1$ мм^2
$R_1 = 180$ Ом
$R_2 = 36$ Ом
$l_1 = l_2 = l$
$\rho_1 = \rho_2 = \rho$

$S_2 = ?$

Решение:

$$R_1 = \rho\frac{l}{S_1};\quad R_2 = \rho\frac{l}{S_2};\quad \rho\, l = R_1S_1;\quad \rho\, l = R_2S_2;$$

$$R_1S_1 = R_2S_2;\quad S_2 = S_1\frac{R_1}{R_2};$$

$$S_2 = 0{,}1\ \text{мм}^2\cdot\frac{180\ \text{Ом}}{36\ \text{Ом}} = 0{,}5\ \text{мм}^2.$$

Ответ: $S_2 = 0{,}5$ мм^2.

Задача Л–1335

Какой длины надо взять железную проволоку площадью поперечного сечения 2 мм^2, чтобы ее сопротивление было такое же, как сопротивление алюминиевой проволоки длиной 1 км и сечением 4 мм^2?

Дано:
$S_1 = 4$ мм^2
$S_2 = 2$ мм^2
$l_1 = 1000$ м
$\rho_1 = 0{,}028\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$
$\rho_2 = 0{,}1\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$
$R_1 = R_2$

$l_2 = ?$

Решение:

$$R_1 = \rho_1\frac{l_1}{S_1};\quad R_2 = \rho_2\frac{l_2}{S_2}.$$

Следовательно, $\rho_1\dfrac{l_1}{S_1} = \rho_2\dfrac{l_2}{S_2}$; $\quad l_2 = l_1\cdot\dfrac{\rho_1S_2}{\rho_2S_1}$.

$$l_2 = 1000\ \text{м}\cdot\frac{0{,}028\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}\cdot 2\ \text{мм}^2}{0{,}1\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}\cdot 4\ \text{мм}^2} = 140\ \text{м}.$$

Ответ: $l_2 = 140$ м.

Задача Л–1333

Какова масса медного провода длиной 2 км и сопротивлением 8,5 Ом?

Дано:	**Решение:**
$R = 8{,}5$ Ом $l = 2000$ м $k = 8900$ кг/м^3 $\rho = 0{,}017\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	Пусть k – плотность [кг/м^3], тогда: $m = k \cdot V$; $V = l \cdot S$; $m = k \cdot l \cdot S$. $R = \rho\frac{l}{S}$; $S = \rho\frac{l}{R}$; $m = \rho k\frac{l \cdot l}{R} = \rho k\frac{l^2}{R}$.
$m = ?$	$m = 0{,}017\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}\cdot 8900\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\cdot\frac{2\cdot 10^6\text{м}}{8{,}5\text{ Ом}} = 71{,}5$ кг.

Ответ: $m = 71{,}5$ кг.

Домашнее задание

1. §12, 13;
2. Задачи 41, 42; Л–1334, Л–1336.

Урок 17
Закон Ома

Цели урока:

Научиться пользоваться реостатом для изменения силы тока в цепи. Познакомить учащихся с законом Ома.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Источник питания, ползунковый реостат, амперметр, ключ, соединительные провода.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Что характеризует и как обозначается электрическое сопротивление?
– По какой формуле находится сопротивление проводника?
– Как называется единица измерения сопротивления?
– Что показывает удельное сопротивление? Как оно обозначается?
– В каких единицах измеряют удельное сопротивление?
– Что такое резистор? Как он обозначается на схемах?
– Что такое реостат?
– Какие виды реостатов вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
– Зачем нужны реостаты?
– Как обозначается реостат на схемах?

II. Кратковременная лабораторная работа «Регулировка силы тока реостатом»

Указания к работе:

1. Рассмотрите внимательно устройство реостата и установите, при каком положении ползунка сопротивление реостата наибольшее.

2. Составьте электрическую цепь по схеме (рис. 118), включив в нее последовательно амперметр, реостат на

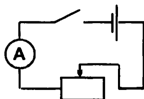


Рис. 118

полное сопротивление, источник питания и ключ.

3. Замкните цепь и отметьте показания амперметра.

4. Уменьшайте сопротивление реостата, плавно и медленно передвигая его ползунок (но не до конца!). Наблюдайте за показаниями амперметра.

5. После этого увеличивайте сопротивление реостата, передвигая ползунок в противоположную сторону. Наблюдайте за показаниями амперметра.

Примечание:

Реостат нельзя полностью выводить, т.к. сопротивление его при этом становится равным нулю, и если в цепи нет других приемников тока, то сила тока может оказаться очень большой, и амперметр выйдет из строя.

III. Новый материал

Выполняя лабораторную работу, можно было заметить, что сопротивление, сила тока и напряжение связаны между собой.

Сегодня нам предстоит ответить на вопрос: как сопротивление, сила тока и напряжение связаны между собой?

Впервые явления в электрических цепях глубоко и тщательно изучил Г. Ом.

Эксперимент 1

Соберем электрическую цепь с источником тока, на котором можно менять напряжение (см. рис. 119). Если нет такого источника, можно использовать разные аккумуляторы (гальванические элементы). Сопротивление цепи остается постоянным.

Увеличиваем напряжение в 2, 3, 4 раза.

– Что мы видим? (*При постоянном сопротивлении сила тока, протекающего через проводник, прямо пропорциональна напряжению на его концах, т.е. сила тока увеличивается во столько же раз, как и напряжение.*)

Нарисуем график (рис. 120).

Эксперимент 2

Та же электрическая цепь, что и в первом опыте, только источник тока поддерживает постоянное напряжение (этот опыт можно проводить всем классом, т.к. необходимое оборудование уже есть на столах учеников.)

Берем сопротивление известной величины и отмечаем показания амперметра и вольтметра. Затем берем другой проводник с сопротивлением в два раза больше (отличается только длиной). Сила тока в два раза уменьшится.

Возьмем сопротивление в 3 раза меньше первоначального. Сила тока увеличится в 3 раза.

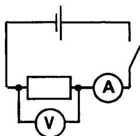


Рис. 119

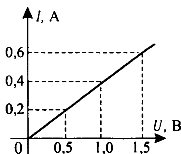


Рис. 120

Эти опыты свидетельствуют о том, что при постоянном напряжении сила тока обратно пропорциональна сопротивлению:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Это и есть закон Ома.

Как следствие из закона Ома можно получить: $R = \frac{U}{I}$.

Т.е. сопротивление данного проводника равно отношению напряжения на его концах к силе протекающего по нему тока.

Короткое замыкание

– Что такое короткое замыкание?

Ток, который пойдет при включении в сеть какого-нибудь прибора, зависит от двух причин: от напряжения в сети и сопротивления прибора. Пусть напряжение в сети 220 В, а сопротивление лампы 880 Ом, тогда по закону Ома получаем:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\,\text{В}}{880\,\text{Ом}} = 0{,}25\,\text{А}.$$

Сопротивление подводящих ток проводов очень мало и в расчет нами не принимается.

Теперь если вместо лампы включить электрическую плитку сопротивлением 88 Ом, то:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\,\text{В}}{88\,\text{Ом}} = 2{,}5\,\text{А}.$$

Теперь включим моток проволоки сечением 1 мм^2 и длиной 60 м. Сопротивление такой проволоки приблизительно равно 1 Ом, тогда:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\,\text{В}}{1\,\text{Ом}} = 220\,\text{А}.$$

Это большой ток, он, конечно, сожжет предохранительные пробки, может натворить других больших бед: испортить не только проводку, но и вызвать пожар.

IV. Закрепление изученного

- Как читается закон Ома? Как он был установлен?
- Как выглядят графики зависимости силы тока от напряжения и сопротивления?
- Что такое короткое замыкание? Чем оно опасно?

V. Решение задач

Задача 1

Сопротивление вольтметра равно 12000 Ом. Какова сила тока, протекающего через вольтметр, если он показывает напряжение, равное 120 В?

Дано:	Решение:
$R = 12000$ Ом $U = 120$ В	По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$.
$I = ?$	$I = \frac{120\,\text{В}}{12000\,\text{Ом}} = 0{,}01\,\text{А}$. **Ответ:** $I = 0{,}01$ А.

Задача 2

В паспорте амперметра написано, что его сопротивление равно 0,1 Ом. Определите напряжение на зажимах амперметра, если он показывает силу тока 10 А.

Дано:	**Решение:**
$R = 0{,}1$ Ом $I = 10$ А	По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$; $U = IR$.
$U = ?$	$U = 10$ А $\cdot$ 0,1 Ом = 1 В. **Ответ:** $U = 1$ В.

Задача 3

Определите сопротивление лампы, сила тока в которой 0,5 А при напряжении 120 В.

Дано:	**Решение:**
$I = 0{,}5$ А $U = 120$ В	По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$; $R = \frac{U}{I}$.
$R = ?$	$R = \frac{120\ \text{В}}{0{,}5\ \text{А}} = 240\ \text{Ом}$. **Ответ:** $R = 240$ Ом.

Задача 4

Реостат изготовлен из никелиновой проволоки длиной 50 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2. Напряжение на его зажимах 45 В. Определите силу тока, проходящего через реостат.

Дано:	**Решение:**
$S = 1$ мм^2 $l = 50$ м $\rho = 0{,}4\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$ $U = 45$ В	По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$ (1); Сопротивление проводника: $R = \rho\frac{l}{S}$ (2).
$I = ?$	Подставив (2) в (1), получим: $I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l}$; $I = \frac{45\cdot 1}{0{,}4\cdot 50} = 22{,}5$ А.

Ответ: $I = 22{,}5$ А.

Задача 5

Согласно закону Ома, сопротивление проводника $R = U/I$. Правильно ли утверждать, что сопротивление данного проводника прямо пропорционально приложенному к нему напряжению и обратно пропорционально силе тока в нем?

(*Ответ*: Нет, утверждать это нельзя. Приведенная формула указывает лишь способ вычисления сопротивления, если известны напряжение на проводнике и сила тока в нем. Само же сопротивление зависит от геометрических параметров и физических свойств проводника.)

Домашнее задание

1. §14;
2. Задачи 47, 51, 53, 54, 56.

Урок 18
Действие электрического тока на человека

Цели урока:

Показать, что тело человека является проводником электрического тока; отметить факторы, влияющие на тяжесть поражения человека током.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Источник питания, реостат, резистор, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Ход урока

I. Кратковременная лабораторная работа

Указания к работе:

1. Рассмотрите реостат. Установите, при каком положении ползунка сопротивление реостат является наибольшим и наименьшим.
2. Соберите цепь, соединив последовательно источник питания, амперметр, реостат, резистор и ключ. К зажимам реостата присоедините вольтметр.
3. Изобразите в тетради схему цепи.
4. Плавно перемещая ползунок, измерьте силу тока и напряжение при его трех различных положениях. Рассчитайте сопротивление реостата, соответствующее каждому из этих случаев. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

	Положение ползунка	I, А	U, В	R, Ом
1				
2				
3				

II. Новый материал

Считают, что электрический ток вызывает паралич сердца. Обычно смерть наступает тогда когда величина тока, проходящего через человеческое тело, достигает 0,05–0,1 А. Еще мало объяснен факт, что именно такой ток представляет наибольшую опасность для человека, а ток значительно больше 0,1 А может не убить, но причинит тяжелые ожоги. В литературе описаны случаи, когда в процессе «культурного» убийства на «электрическом стуле» слишком сильный ток не давал сразу желаемого эффекта, и человек буквально начинал гореть, прежде чем наступала смерть.

Величина тока, как известно из закона Ома, зависит от напряжения, приложенного к проводнику, и его сопротивления. Сопротивление человеческого тела, однако, не всегда одинаково. Если кожа на руках загрубела, замаслена, то контакт с токонесущими проводами или частями машин будет плохой. И наоборот, чистые и, особенно, мокрые руки создадут очень хороший контакт с ничтожным сопротивлением.

Следует помнить, что опасность подстерегает нас не только тогда, когда мы включаемся в сеть, касаясь обоих подводящих проводов. Однополюсное прикосновение также опасно, если человек стоит, например, босой или в плохой обуви на влажной земле.

В сырых помещениях, где человек работает в условиях возможного хорошего контакта с землей, категорически запрещается осветительная проводка с напряжением выше 45 В, не защищенная специальными заграждениями.

Сказанное далеко не исчерпывает всех возможных опасных случаев поражения электрическим током. Следует сделать еще одно замечание: встречаются случаи излишнего «лихачества» со стороны тех, кто благополучно избежал гибельных последствий при прохождении через него разряда. Такие «опытные электротехники» говорят приблизительно следующее: «Ну что там, какие-нибудь 120 или 220 вольт!» Опасная и неумная самоуверенность!

Действительно, наблюдались случаи, когда люди, получившие при одинаковых условиях кратковременные электрические поражения, переносили их по-разному: одни мгновенно умирали, другие же оставались жить. Оказывается, что на исход поражения током влияет еще и то, в какой момент сердечного цикла действует электрический удар. Но вопрос этот еще окончательно не изучен. Обращение со всеми источниками тока с напряжением меньше 12 В безопасно, и не вызовет при контакте даже неприятных ощущений.

Меры безопасности при работе с электроприборами

1. Человеческое тело – проводник. Если случайно человек окажется под напряжением 24 В, то в большинстве случаев он не избежит травмы или даже смерти. Поэтому любому человеку, имеющему дело с электричеством, надо помнить следующие правила:

- Очень опасно одновременное прикосновение двумя руками к двум оголенным проводам.
- Очень опасно прикосновение к оголенному проводу, стоя на земле, на сыром или цементном полу.
- Опасно пользоваться неисправными электроприборами.
- Нельзя собирать, разбирать и исправлять что-либо в электрическом приборе, не отключив его от источника тока.
- Нельзя производить какие-либо операции с электрической арматурой, не выключив ее из сети.

2. Как оказать первую помощь пораженному электрическим током?

Запомните: при оказании первой помощи дорога каждая секунда. Чем больше времени человек находится под действием тока, тем меньше шансов спасти ему жизнь. Самое первое, что надо сделать для спасения человека, – это прервать его контакт с токонесущими проводами. Если несчастье произошло в помещении, где есть выключатель или штепсель, надо выключить ток выключателем или выдернуть штепсельную вилку. Если же в сети нет выключателя, надо вывернуть предохранители, стоящие около счетчика.

В тех случаях, когда выключатель расположен очень далеко, в первую очередь необходимо как можно быстрее надеть резиновые сапоги и сухой палкой отбросить от пострадавшего провод, или перерезать этот провод ножом, перерубить топором, перекусить кусачками. Однако и здесь надо помнить, что все перечисленные инструменты должны быть снабжены изолирующими ручками. Спасатель обязательно должен положить себе под ноги изолирующий предмет: резиновый коврик, сухие доски, линолеум, надеть специальные резиновые рукавицы и резиновые сапоги.

Необходимо помнить, что пострадавший, находящийся в контакте с токонесущими проводами или деталями, сам является проводником электрического тока. Поэтому спасающему надо соблюдать меры предосторожности: оттягивать пострадавшего от проводов можно только за концы одежды одной рукой. При этом ни в коем случае нельзя касаться токопроводящих, соединенных с землей, деталей и предметов!

Освободив пострадавшего от контакта с источником напряжения, необходимо немедленно положить его на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, вызвать врача, а если вызвать врача нельзя, то срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

III. Решение задач

Задача Л–1328

В спирали электронагревателя, изготовленного из никелиновой проволоки площадью поперечного сечения 0,1 мм², при напряжении 220 В сила тока 4 А. Какова длина проволоки, составляющей спираль?

Дано:
$S = 0{,}1$ мм²
$U = 220$ В
$I = 4$ А
$\rho = 0{,}4\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

$l = ?$

Решение:

По закону Ома: $I = \dfrac{U}{R}$. $R = \dfrac{U}{I} = \rho\dfrac{l}{S}$; $l = \dfrac{US}{\rho I}$.

$$l = \frac{220\ \text{В}\cdot 0{,}1\ \text{мм}^2}{4\ \text{А}\cdot 0{,}4\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}} = 13{,}75\ \text{м}.$$

Ответ: $l = 13{,}75$ м.

Задача Л–1318

Определите силу тока, проходящего через реостат, изготовленный из никелиновой проволоки длиной 50 м и площадью поперечного сечения 1 мм², если напряжение на зажимах реостата равно 45 В.

Дано:
$S = 1$ мм²
$U = 45$ В
$l = 50$ м
$\rho = 0{,}4\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$

$I = ?$

Решение:

По закону Ома: $I = \dfrac{U}{R}$ (1). $R = \rho\dfrac{l}{S}$ (2).

Подставив (2) в (1), получим: $I = \dfrac{US}{\rho l}$.

$$I = \frac{45\ \text{В}\cdot 1\ \text{мм}^2}{50\ \text{м}\cdot 0{,}4\dfrac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}} = 2{,}25\ \text{А}.$$

Ответ: $I = 2{,}25$ А.

Задача Л–1327

Масса 1 км контактного провода на пригородных электрофицированных железных дорогах составляет 890 кг. Каково сопротивление этого провода?

Дано:	Решение:
$m = 890$ кг $k = 8900$ кг/м^3 $l = 1000$ м $\rho = 0{,}017 \dfrac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} =$ $= 0{,}017 \cdot 10^{-6}\,\text{Ом} \cdot \text{м}$	$m = k \cdot V = k \cdot l \cdot S$; $S = \dfrac{m}{kl}$ (1) $R = \rho \dfrac{l}{S}$ (2). Подставив (1) в (2), получим: $R = \rho k \dfrac{l \cdot l}{m} = \rho k \dfrac{l^2}{m}$. $R = 0{,}017 \cdot 10^{-6}\,\text{Ом} \cdot \text{м} \cdot 8900 \dfrac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^3\,\text{м} \cdot 10^3\,\text{м} : 890\,\text{кг} = 0{,}17\,\text{Ом}$.
R = ?	**Ответ:** R = 0,17 Ом.

Домашнее задание

1. §15;
2. Задачи 58, 59, 60.

Урок 18 (вариант 2)
Действие электрического тока на человека

Цель урока:

Показать, что тело человека является проводником электрического тока; отметить факторы, влияющие на тяжесть поражения человека током.

Оформление:

Плакат-таблица «Некоторые эффекты действия тока в организме человека».

Ход урока

Учащиеся должны нарисовать таблицу «Некоторые эффекты действия токов в организме человека» и подготовить доклады «Действие электрического тока на тело человека» и «Поражения током в быту и первая помощь пострадавшему».

I. Вступительное слово учителя

Вертясь, стеклянный шар дает удары с блеском,
С громовым сходственны сверканием и треском.

М. В. Ломоносов.

Учитель: Объясните явление.

Ответ: В строках Ломоносова дается описание машины для получения электричества с помощью трения. Когда натирали сукном вращающийся шар, а затем дотрагивались до него рукой, то между шаром и рукой в темноте проскакивали искры, и слышался треск.

II. Тестовые задания

Выберите правильный ответ.

1. Если напряжение на концах проводника 6 В, его сопротивление 3 Ом, то сила тока равна:

а) 12 А; б) 2 А; в) 0,5 А.

2. Работа электрического тока на участке цепи за 5 с при напряжении 10 В и силе тока 2 А равна:
   а) 20 Дж;
   б) 50 Дж;
   в) 100 Дж.
3. Мощность тока, выделяемая на участке цепи за 5 с при напряжении 10 В и силе тока 2 А, равна:
   а) 20 Вт;
   б) 10 Вт;
   в) 4 Вт.
4. Если длина константанового провода 10 м, площадь поперечного сечения 2 мм^2, удельное сопротивление константана 0,5 Ом • мм^2/м, то электрическое сопротивление такого провода равно:
   а) 0,4 Ом;
   б) 2,5 Ом;
   в) 10 Ом.

III. Доклады учащихся

Действие электрического тока на тело человека

Ток, который протекает по телу, определяется законом Ома, а значит, зависит от приложенного напряжения и от сопротивления тела: сопротивление кожи при контакте является определяющим фактором, который ограничивает ток. При высоких частотах более существенным фактором является внутреннее сопротивление тела. Следовательно, в большинстве случаев ток, протекающий через тело, в основном зависит от состояния тела в точке контакта. Сухая кожа имеет высокое сопротивление, а сырая или мокрая кожа будет обладать низким сопротивлением, так как ионы, находящиеся во влаге, обеспечат беспрепятственное прохождение тока в тело. При сухой коже сопротивление между крайними точками тела, например от ноги до руки или одной руки до другой, может быть равно 10^5 Ом. Полное сопротивление тела между обычными потными руками равно 1500 Ом.

В отмеченных ситуациях максимальные токи, возможные при контакте с бытовой электроцепью напряжением 220 В переменного тока, будут равны:

$$I = 220 \text{ В} / 10^5 \text{ Ом} = 2{,}2 \text{ мА (сухая кожа)};$$

$$I = 220 \text{ В} / 1500 \text{ Ом} = 150 \text{ мА (мокрая кожа)}.$$

Наиболее чувствительными к электрическому току являются мозг, грудные мышцы и нервные центры, которые контролируют дыхание и сердце.

Если ток от внешнего источника пропускать через сердце, то возникают нескоординированные сокращения желудочков. Этот эффект называется желудочковые фибрилляциями. Однажды самопроизвольно возникнув, желудочковые фибрилляции уже не прекращаются, даже если прекратилось действие вызвавшего их тока. В состоянии желудочковых фибрилляций сердце может быть приведено слабыми токами значением от 50 до 100 мкА.

В течение 1–2 мин сердечные мышцы, не получающие коронарной крови, слабеют, в результате чего они не могут быть снова приведены в состояние нормальных сокращений и наступает смерть. Если до того момента будут приняты экстренные меры, то регулярное действие сердца может быть сохранено.

Обычная техника, применяемая для дефибрилляции, заключается в пропускании через сердце за несколько миллисекунд тока примерно 10 А. Некоторые эффекты действия токов в организме приведены в таблице.

Сила тока при частоте 60 Гц	*Эффект действия тока*
0 – 0,5 мА	Отсутствует.
0,5 – 2 мА	Потеря чувствительности.
2 – 10 мА	Боль, мышечные сокращения.
10 – 20 мА	Растущее воздействие на мышцы, некоторые повреждения.
16 мА	Ток, выше которого человек уже не может освободиться от электродов.
20 – 100 мА	Дыхательный паралич.
100 мА – 3 А	Смертельные желудочковые фибрилляции (необходима немедленная реанимация).
Более 3 А	Остановка сердца (если шок был кратким, сердце можно реанимировать). Тяжелые ожоги.

Поражения током в быту и первая помощь пострадавшему

Токи, величины которых недостаточны, чтобы вызвать желудочковые фибрилляции, могут привести к остановке дыхания, парализуя действие нервных центров, контролирующих легкие. Этот эффект сохраняется даже после прерывания тока. Дыхательный паралич в теле может возникнуть от токов, величины которых лежат в диапазоне от 25 до 100 мА. Даже токи значением 10 мА могут сократить грудные мышцы так, что дыхание прекратиться.

Возможность электрического шока существует во многих повседневных ситуациях. Источниками смертельным ударом током являются электрические устройства, которые собраны неправильно или не аккуратно или же используются не по назначению. Предположим, что какая либо ошибка привела к тому, что нагревательная спираль соединилась с металлическим корпусом обогревателя. Это может произойти, если изоляция проводника перстерлась в том месте, где он касается корпуса, или же образовалась перемычка из пыли и грязи, которая открывает току путь к корпусу. Если заземленный человек дотронется до корпуса обогревателя, то его тело становится частью электронной цепи. Если человек стоит в ванной комнате на влажном полу или держится за заземленную трубу, то сопротивление будет низким и через него пройдет значительный ток, что может привести к смертельному исходу. Однако если будут приняты экстренные меры, то жизнь человека, подвергнувшегося действию электрического тока, может быть сохранена.

При всех несчастных случаях прежде всего необходимо освободить человека от дальнейшего воздействия на него электрического тока.

При низком напряжении можно воспользоваться сухой палкой, доской, веревкой, одеждой или другими сухими изоляторами. Нельзя пользоваться металлическими или мокрыми предметами. Ни в коем случае нельзя работать не изолированными руками: в противном случае вы тоже окажетесь в этой цепи и

не сможете освободиться. Для изоляции от земли и от пострадавшего подающий помощь может одеть резиновую обувь, встать на сухую доску, на непроводящую ток пластинку или надеть резиновые перчатки. Можно предложить пострадавшему самому отделиться от земли: например, подпрыгнуть над полом.

Пострадавшему надо дать полный покой, расстегнуть пояс и одежду; необходимо дать понюхать нашатырный спирт, а также растереть и согреть тело.

Если пострадавший не подает признаков жизни, следует применять признаки искусственного дыхания и массаж сердца, для чего необходимо положить пострадавшего на спину, подложить ему под лопатки сверток одежды, чтобы можно было слегка запрокинуть голову, а затем пострадавшему раскрыть рот. Затем надо встать на колени над головой пострадавшего, захватить его руки у локтя и, считая «раз», «два», «три», поднять руки пострадавшего, закинуть их за голову (вздох). Считая дальше, слегка прижать руки к бокам (выдох). При этом попробовать массажировать сердце и во время выдоха впускать с помощью своих легких через рот пострадавшему воздух. В любом случае при поражении электрическим током надо вызвать врача.

IV. Практическое задание

Надо продемонстрировать, как практически нужно оказывать первую доврачебную помощь пострадавшему от поражения электрическим током, где один учащийся изображает человека, пострадавшего от поражения электрическим током, два других делают ему искусственное дыхание и массаж сердца.

V. Подведение итогов

Учитель выставляет оценки за урок.

Домашнее задание

1. п. 15; задачи 58, 59, 60.

Урок 19
Лабораторная работа 3
«Определение сопротивления металлических проводников правильной формы»

Цель урока:

Приобретение навыков расчета сопротивления по известным геометрическим параметрам и данным о материале проводника.

Оборудование:

Стальная линейка или пластина прямоугольной формы, алюминиевая фольга (обертка от шоколада), медный провод круглого сечения, стальной гвоздь, линейка с миллиметровыми делениями и штангенциркуль.

Ход урока

Указания к работе

1. Измерьте длину L, ширину b и толщину h пластины прямоугольной формы. Представьте себе, что вдоль этой пластины как по участку цепи должен протечь ток. Рассчитайте площадь поперечного сечения $S = b \cdot h$. Найдите в

справочной таблице значение удельного сопротивления стали и рассчитайте сопротивление проводника по формуле:

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Результаты запишите в таблицу.

2. Сложите из алюминиевой фольги многослойную полоску шириной b равной примерно 1 см. Проведите необходимые замеры и рассчитайте сопротивление такого проводника. Занесите результаты расчетов в таблицу.

Каким будет сопротивление проводника, если тот же лист фольги разрезать на полоски шириной 1 см и скрепить их концы в одну длинную ленту?

3. Измерьте длину и диаметр медного проводника круглого сечения. Рассчитайте площадь поперечного сечения по формуле $S = \pi D^2 / 4$. Рассчитайте сопротивление проводника.

4. Проведите аналогичные измерения и вычисления для круглого гвоздя.

5. Рассчитайте, какой ток проходил бы по каждому из проводников, если бы на их концах было создано напряжение 1 В.

По результатам расчетов заполните таблицу (пусть большие цифры не смущают, т.к. у данных проводников слишком малые сопротивления).

Все результаты измерений и вычислений заносятся в таблицу:

Проводник	**Длина, м**	**Площадь поперечного сечения, м^2**	**Удельное сопротивление, Ом· м**	**Сопротивление, Ом**	**Сила тока, А**
Стальная пластина					
Алюминиевая фольга					
Медный провод					
Стальной гвоздь					

Примечание:

Если у вас нет штангенциркуля, а толщина проводника мала, проводник можно сложить в несколько слоев или намотать на карандаш виток к витку, и разделить измеренную толщину на количество слоев (витков).

Можно также использовать взвешивание проводника и оценить его толщину, используя табличные данные плотности вещества.

Домашнее задание

Письменно оценить, чему научились при выполнении этой работы, в случае необходимости завершить оформление отчета по работе.

Урок 20
Решение задач

Цель урока:

Научить решать задачи по теме «Последовательное и параллельное соединение проводников».

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Увеличивается или уменьшается сопртивление проволоки при уменьшении ее длины?
– В каких единицах измеряют удельное сопротивление проводников?
– Сопротивление первого проводника больше сопротивления второго, а их длины и площади поперечного сечения одинаковы. Что можно сказать об их удельном сопротивлении?
– Две медных проволоки одинакового сечения полключают к цепи с постоянным напряжением. В первом случае сила тока больше. Сравните длины проволок?
– Какая сила тока является безопасной и неощутимой для человека?
– От чего зависит сопротивление человека?

II. Решение задач

Задача 1

Каковы показания вольтметров, если амперметр показывает 1,5 А (см. рис. 121)?

Дано:	**Решение:**
$R_1 = 4$ Ом	Т.к. проводники соединены последовательно, то:
$R_2 = 2$ Ом	$I_{общ} = I_1 = I_2$.
$I = 1{,}5$ А	$U_1 = I_1R_1$; $U_2 = I_2R_2$.
$U_1 = ?$	$U_1 = 1{,}5$ А · 4 Ом = 6 В;
$U_2 = ?$	$U_2 = 1{,}5$ А · 2 Ом = 3 В.
	Ответ: $U_1 = 6$ В; $U_2 = 3$ В.

Задача 2

Определить общее сопротивление (см. рис. 122).

Дано:	**Решение:**
$R_1 = 40$ Ом	Т.к. проводникн соединены параллельно, то:
$R_2 = 60$ Ом	$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$; $R_{общ} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 60}{40 + 60} = 24$ Ом.
$R_{общ} = ?$	**Ответ:** $R_{общ} = 24$ Ом.

Задача 3

Каковы показания амперметров, если стрелка вольтметра показывает 6 В (см. рис. 123)? (*Ответ*: $I_1 = 1{,}5$ А, $I_2 = 2$ А.)

Задача 4

Общее сопротивление участка АВ цепи равно 10 Ом (см. рис. 124). Определите сопротивление третьего проводника. Какова сила тока в участке цепи АВ, если вольтметр показывает напряжение 5 В?

(*Ответ*: $R_3 = 3$ Ом, $I_{ОБЩ} = 0{,}5$ А.)

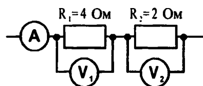


Рис. 121

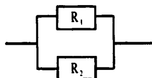


Рис. 122

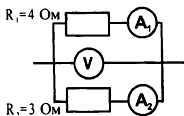


Рис. 123

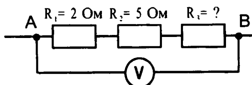


Рис. 124

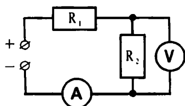


Рис. 125

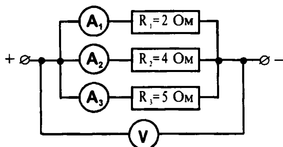


Рис. 126

Задача 5

Общее напряжение в цепи равно 220 В (см. рис. 125). Вольтметр показывает 90 В. Какова сила тока в резисторе R_2, если $R_1 = 65$ Ом?

(*Ответ*: $I_2 = 2$ А.)

Задача 6

Участок электрической цепи состоит из трех параллельно соединенных сопротивлений: $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 5$ Ом (см. рис. 126). Амперметр A_1 показывает силу тока 20 А. Определите показания вольтметра V и амперметров A_2 и A_3.

Дано:	**Решение:**
$R_1 = 2$ Ом $R_2 = 4$ Ом $R_3 = 5$ Ом $I_1 = 20$ А	По закону Ома: $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$. Тогда: $U_1 = I_1 R_1$. $U_1 = 20 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 40$ В.
$U_{общ} = ?$ $I_2 = ?\ I_3 = ?$	Т.к. соединение параллельное, то напряжение на каждой ветви равно общему напряжению в сети, т.е.: $U_1 = U_2 = U_3 = U_{общ} = 40$ В.

Силу тока во втором и третьем сопротивлении вычислим, пользуясь законом Ома: $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{40 \text{ В}}{4 \text{ Ом}} = 10 \text{ А}$; $I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{40 \text{ В}}{5 \text{ Ом}} = 8 \text{ А}$.

Ответ: $U_{общ} = 40$ В, $I_2 = 10$ А, $I_3 = 8$ А.

Задача 7

Используя схему электрической цепи (рис. 127), определите общее напряжение на участке АС, если амперметр показывает 5 А, а $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 5$ Ом.

(*Ответ*: $U_{общ} = 30$ В.)

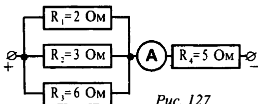


Рис. 127

Задача 8

Участок электрической цепи состоит из трех сопротивлений: R_1 = 20 Ом, R_2 = 10 Ом, R_3 = 15 Ом (см. рис. 128). Определите показания вольтметров V_1 и V_2 и амперметров A_1 и A_2, если амперметр A_3 показывает силу тока 2 А.

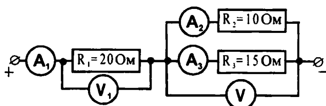


Рис. 128

Дано:	**Решение:**
R_1 = 20 Ом R_2 = 10 Ом R_3 = 15 Ом I_3 = 2 А	По закону Ома: $I_3 = \frac{U_3}{R_3}$, $U_3 = I_3 R_3$ = 2 А · 15 Ом = 30В. Т.к. R_2, R_3 соединены параллельно, то $U_2 = U_3 = U$ = 30В.
I_1 = ? U_1 = ? I_2 = ? U = ?	По закону Ома: $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30\text{ В}}{10\text{ Ом}} = 3$ А. Т.к. R_2, R_3 соединены параллельно, то $I_{2,3}$ = 3 + 2 = 5 А.

Т.к. R_1, $R_{2,3}$ соединены последовательно, то $I_{2,3} = I_1$ = 5 А.

По закону Ома: $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$, $U_1 = I_1 R_1$ = 5 А · 20 Ом = 100 В.

Ответ: I_1 = 5 А, U_1 = 100 В, I_2 = 3 А, U = 30 В.

Домашнее задание

1. §16, 17;
2. Л-1353, Л-1356, Л-1387;
3. Можно задать на дом 2–3 задачи из предложенных в уроке (на выбор учителя).

Урок 21
Решение задач

Цель урока:

Закрепить навыки решения задач на последовательное и параллельное соединение проводников.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

- Какое соединение проводников называют последовательным?
- Какие три закономерности справедливы для последовательно соединения?
- Как находится общее сопротивление последовательно соединенных проводников в случае, когда они одинаковы? Как в этом случае между проводниками распределяется общее напряжение?
- Какое соединение называется параллельным?
- Какие три закономерности справедливы для параллельного соединения проводников?
- Как находится общее сопротивление параллельно соединенных проводников, когда они одинаковы?

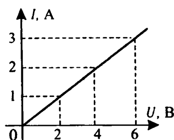


Рис. 130

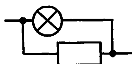


Рис. 129

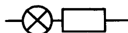


Рис. 131

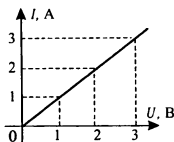


Рис. 132

– Почему у вольтметров делают большое внутреннее сопротивление, а у амперметров – малое?

II. Самостоятельная работа

На работу отводится не более 15 минут.

Вариант I

1. Запишите закон для сил токов, напряжений и сопротивлений при параллельном соединении проводников.

2. Как включены лампа и резистор, последовательно или параллельно (см. рис. 129)?

3. Определите сопротивление проводника по графику (рис. 130) зависимости силы тока в нем от напряжения на его концах. (*Ответ*: 3 Ом.)

4. Вычислите:

а) Сопротивление лампы 2 Ом. Какова сила тока в ней, если напряжение равно 4 В? (*Ответ*: I = 2 А.)

б) Два резистора с сопротивлениями R_1 = 3 Ом, R_2 = 6 Ом соединены последовательно. Сила тока во втором резисторе I_2 = 2 А. Каково общее напряжение U на обоих резисторах? (*Ответ*: U = 18 В.)

5. Подумайте, как измерить напряжение городской сети, превышающее 200 В, если имеются два вольтметра со шкалами только до 150 В? (*Ответ*: Надо вольтметры соединить между собой последовательно и включить в цепь параллельно участку, на котором измеряется напряжение. Сложив показания вольтметров, узнаем напряжение на участке.)

Вариант II

1. Запишите закон для сил токов, напряжений и сопротивлений при последовательном соединении проводников.

2. Каким способом (последовательно или параллельно) включены лампа и резистор (см. рис. 131)?

3. Определите сопротивление проводника по графику (рис. 132) зависимости силы тока в нем от напряжения на его концах. (*Ответ*: 1 Ом.)

4. Вычислите:

а) Напряжение на проводнике сопротивлением 5 Ом равно 15 В. Какова сила тока на резисторе? (*Ответ*: I = 3 А.)

б) Два резистора с сопротивлениями R_1 = 2 Ом, R_2 = 4 Ом соединены парал-

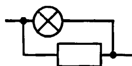


Рис. 133

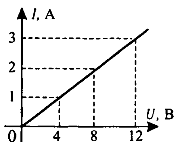


Рис. 134

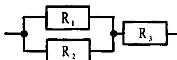


Рис. 135

лельно. Напряжение на первом резисторе $U_1 = 12$ В. Какова общая сила тока I? (*Ответ*: $I = 3$ А.)

5. Объясните, как осветить елку 6-вольтными лампочками, если напряжение в сети 220 В? (Ответ: Лампочки надо включить в сеть последовательно, причем понадобится 37 лампочек, т.к. 220 В / 6 В = 36,7.)

Вариант III

1. Запишите законы для напряжений при параллельном соединении проводников и для сил токов при последовательном соединении.

2. Как включены лампа и резистор, последовательно или параллельно (см. рис. 133)?

3. Определите сопротивление проводника по графику (рис. 134) зависимости силы тока в нем от напряжения на его концах. (*Ответ*: 4 Ом.)

4. Вычислите:

а) Чему равно сопротивление лампы, если сила тока на ней равна 0,5 А при напряжении 120 В? (*Ответ*: $R = 240$ Ом.)

б) Чему равно общее сопротивление цепи (см. рис. 135), если сила тока в резисторе R_1 равна 2 А, в резисторе R_2 – 3 А, а напряжение на резисторе R_3 равно 5 В. Сопротивление $R_1 = 5$ Ом. (*Ответ*: $R = 3$ Ом.)

5. Подумайте, как будет меняться напряжение на лампе, если уменьшить сопротивление последовательно включенного с ней реостата? (*Ответ*: Если уменьшить сопротивление реостата, включенного последовательно с лампой, то общее сопротивление цепи уменьшится, следовательно сила тока в цепи увеличится. По закону Ома для участка цепи $U = IR$, значит, напряжение на лампе увеличится.)

Вариант IV

1. Запишите законы для напряжений при последовательном соединении проводников и для сил токов при параллельном соединении.

2. Как включены лампа и резистор: последовательно или параллельно (рис. 136)?

3. Определите сопротивление проводника по графику (рис. 137) зависимости силы тока в нем от напряжения на его концах. (*Ответ*: 1,5 Ом.)

4. Вычислите:

а) Сила тока в лампе сопротивлением 10 Ом равна 5 А. Под каким напряжением находится лампа? (*Ответ*: $U = 50$ В.)



Рис. 136

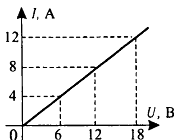


Рис. 137

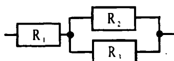


Рис. 138

б) Чему равно общее сопротивление цепи (см. рис. 138), если сила тока в резисторе R_1 равна 5 А, в резисторе R_2 – 2 А, а напряжение на резисторе R_1 равно 5 В. Сопротивление R_2 = 3 Ом. (*Ответ*: R = 2,2 Ом.)

5. Объясните, как будут меняться показания амперметра, если увеличить сопротивление параллельно включенного с ним реостата? (*Ответ*: Если увеличить сопротивление реостата, сила тока через него уменьшится, значит сила тока в параллельной цепи увеличится. Следовательно, сила тока, проходящего через амперметр и его показания увеличатся.)

III. Решение задач

Сдав работы на проверку, учащиеся начинают решать задачи. Учитель в это время проверяет работы и тут же на уроке по необходимости беседует индивидуально с учениками, указывая на их ошибки и недочеты.

Задача 1

Определить сопротивление цепи и напряжение на всем участке, если R_1 = 15 Ом, R_2 = 10 Ом, R_3 = 14 Ом (рис. 139). Амперметр показывает 3 А. (*Ответ*: $R_{общ}$ = 20 Ом, $U_{общ}$ = 60 В.)

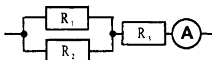


Рис. 139

Задача 2

Определить общее сопротивление цепи, если R_1 = 7,9 Ом, R_2 = 1 Ом, R_3 = 2 Ом, R_4 = 3 Ом, R_5 = 4 Ом (рис. 140).

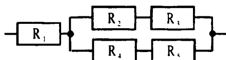


Рис. 140

Дано:
R_1 = 7,9 Ом
R_2 = 1 Ом
R_3 = 2 Ом
R_4 = 3 Ом
R_5 = 4 Ом

$R_{общ}$ = ?

Решение:

$R_{общ} = R_1 + R_{2,3,4,5}$; $\quad R_{2,3,4,5} = \dfrac{R_{2,3} \cdot R_{4,5}}{R_{2,3} + R_{4,5}}$;

$R_{2,3} = R_2 + R_3 = 1 + 2 = 3$ Ом;

$R_{4,5} = R_4 + R_5 = 3 + 4 = 7$ Ом;

$$R_{2,3,4,5} = \frac{R_{2,3} \cdot R_{4,5}}{R_{2,3} + R_{4,5}} = \frac{3 \cdot 7}{3 + 7} = 2{,}1 \text{ Ом};$$

$R_{общ} = R_1 + R_{2,3,4,5}$ = 7,9 Ом + 2,1 Ом = 10 Ом.

Ответ: $R_{общ}$ = 10 Ом.

Задача 3

Чему равно напряжение источника тока, питающего цепь, если R_1 = 6 Ом, R_2 = 3 Ом, R_3 = 6 Ом (рис. 141)? Амперметр показывает 0,2 А.

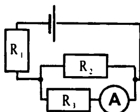


Рис. 141

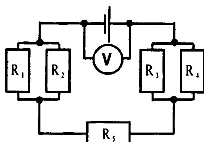


Рис. 142

Дано:	Решение:
$R_1 = 6$ Ом $R_2 = 3$ Ом $R_3 = 6$ Ом $I_3 = 0,2$ А	$U_{общ} = I_{общ} \cdot R_{общ}$. $R_{общ} = R_1 + R_{2,3} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 6\text{ Ом} + \frac{3\text{ Ом} \cdot 6\text{ Ом}}{3\text{ Ом} + 6\text{ Ом}} = 8\text{ Ом}$. $I_{общ} = I_1 = I_{2,3} = I_2 + I_3$.
$U_{общ} = ?$	Найдем I_2: по закону Ома $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$, но $U_2 = U_3 = I_3 \cdot R_3$.

$U_2 = 0,2\text{ А} \cdot 6\text{ Ом} = 1,2\text{ В}$; $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{1,2\text{ В}}{3\text{ Ом}} = 0,4\text{ А}$.

Следовательно, $I_{общ} = I_2 + I_3 = 0,4\text{ А} + 0,2\text{ А} = 0,6\text{ А}$.

$U_{общ} = 0,6\text{ А} \cdot 8\text{ Ом} = 4,8\text{ В}$.

Ответ: $U_{общ} = 4,8$ В.

Задача 4

Определить силу тока, проходящего по каждому из сопротивлений (рис. 142), если вольтметр показывает 3 В, а сопротивления соответственно равны $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 1,5$ Ом, $R_3 = 2$ Ом, $R_4 = 3$ Ом, $R_5 = 0,2$ Ом.

Дано:	Решение:
$R_1 = 1$ Ом $R_2 = 1,5$ Ом $R_3 = 2$ Ом $R_4 = 3$ Ом $R_5 = 0,2$ Ом $U_{общ} = 3$ В	$R_{общ} = R_{1,2} + R_5 + R_{3,4}$ $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1\text{ Ом} \cdot 1,5\text{ Ом}}{1\text{ Ом} + 1,5\text{ Ом}} = 0,6\text{ Ом}$; $R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2\text{ Ом} \cdot 3\text{ Ом}}{2\text{ Ом} + 3\text{ Ом}} = 1,2\text{ Ом}$;
$I_1 = ?$ $I_2 = ?$ $I_3 = ?$ $I_4 = ?$ $I_5 = ?$	$R_{общ} = 0,6\text{ Ом} + 0,2\text{ Ом} + 1,2\text{ Ом} = 2\text{ Ом}$. По закону Ома: $I_{общ} = \frac{U_{общ}}{R_{общ}} = \frac{3\text{ В}}{2\text{ Ом}} = 1,5\text{ А} = I_{1,2} = I_5 = I_{3,4}$.

Найдем токи I_1, I_2:

$U_{1,2} = I_{1,2} \cdot R_{1,2} = 1,5\text{ А} \cdot 0,6\text{ Ом} = 0,9\text{ В}$.

$I_1 = \frac{U_{1,2}}{R_1} = \frac{0,9\text{ В}}{1\text{ Ом}} = 0,9\text{ А}$; $I_2 = \frac{U_{1,2}}{R_2} = \frac{0,9\text{ В}}{1,5\text{ Ом}} = 0,6\text{ А}$.

Найдем токи I_3, I_4:

$U_{3,4} = I_{3,4} \cdot R_{3,4} = 1,5\text{ А} \cdot 1,2\text{ Ом} = 1,8\text{ В}$.

$I_3 = \frac{U_{3,4}}{R_3} = \frac{1,8\text{ В}}{2\text{ Ом}} = 0,9\text{ А}$; $I_4 = \frac{U_{3,4}}{R_4} = \frac{1,8\text{ В}}{3\text{ Ом}} = 0,6\text{ А}$.

Ответ: $I_1 = 0,9$ А, $I_2 = 0,6$ А, $I_3 = 0,9$ А, $I_4 = 0,6$ А, $I_5 = 1,5$ А.

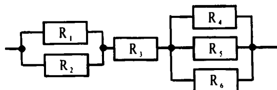


Рис. 143

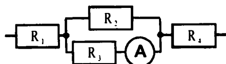


Рис. 144

Задача 5

Определить общее сопротивление цепи, если $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 12$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 2$ Ом, $R_6 = 4$ Ом (рис. 143).

Дано:	Решение:
$R_1 = 6$ Ом	$R_{общ} = R_{1,2} + R_3 + R_{4,5,6}$
$R_2 = 12$ Ом	$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6\text{ Ом} \cdot 12\text{ Ом}}{6\text{ Ом} + 12\text{ Ом}} = 4\text{ Ом}$;
$R_3 = 5$ Ом	
$R_4 = 4$ Ом	$\frac{1}{R_{4,5,6}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = 1\text{ Ом}$; $R_{4,5,6} = 1$ Ом.
$R_5 = 2$ Ом	
$R_6 = 4$ Ом	
$R_{общ} = ?$	$R_{общ} = 4$ Ом + 5 Ом + 1 Ом = 10 Ом.
	Ответ: $R_{общ} = 10$ Ом.

Задача 6

Определить токи, протекающие через каждое из сопротивлений, и напряжение на каждом сопротивлении, если $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 12$ Ом, $R_4 = 2$ Ом (рис. 144). Амперметр показывает 1 А.

Дано:	Решение:
$R_1 = 4$ Ом	$I_1 = I_4 = I_{2,3} = I_2 + I_3$.
$R_2 = 6$ Ом	Найдем I_2:
$R_3 = 12$ Ом	$U_2 = U_3 = I_3 \cdot R_3 = 1\text{ А} \cdot 12\text{ Ом} = 12$ В;
$R_4 = 2$ Ом	
$I_3 = 1$ А	$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12\text{ В}}{6\text{ Ом}} = 2\text{ А}$.
$I_1 = ?$ $U_1 = ?$	$I_{2,3} = 2\text{ А} + 1\text{ А} = 3\text{ А} = I_1 = I_4$.
$I_2 = ?$ $U_2 = ?$	Теперь можем найти напряжения U_1 и U_4:
$U_3 = ?$	$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 3\text{ А} \cdot 4\text{ Ом} = 12$ В;
$I_4 = ?$ $U_4 = ?$	$U_4 = I_4 \cdot R_4 = 3\text{ А} \cdot 2\text{ Ом} = 6$ В.

Ответ: $I_1 = 3$ А, $U_1 = 12$ В; $I_2 = 2$ А, $U_2 = U_3 = 12$ В; $I_4 = 3$ А, $U_4 = 6$ В.

Домашнее задание

Повторить §16, 17;

Подготовиться к контрольной работе.

Урок 22
Контрольная работа

Цель урока:

Проверка знаний и умений учащихся по изученной теме.

Ход урока

Вариант I

1. Определите напряжение на концах железного проводника длиной 150 см и площадью поперечного сечения 0,025 мм², в котором сила тока 250 мА, а удельное сопротивление $\rho = 0{,}1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$. (*Ответ*: $U = 1{,}2$ В.)

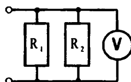


Рис. 145

2. Определите по схеме (рис. 145) общее сопротивление данного участка цепи и силу тока в неразветвленной части цепи, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 8$ Ом, а вольтметр показывает 8 В. (*Ответ*: $I = 5$ А.)

3. Определите по схеме (рис. 146) общее сопротивление цепи и показания амперметра, если $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, а вольтметр показывает 60 В.
(*Ответ*: $R_{общ} = 6$ Ом, $I_{общ} = 2$ А.)

4. Определите длину никелиновой проволоки, если при напряжении на ее концах в 45 В сила тока равна 2,25 А. Площадь поперечного сечения проволоки 1 мм², а удельное сопротивление $\rho = 0{,}4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$. (*Ответ*: $l = 50$ м.)

5. Определите общее сопротивление цепи и напряжение на всем участке, если $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом (рис. 147). (*Ответ*: $R_{общ} = 6$ Ом, $U_{общ} = 12$ В.)

6. Определить по схеме (рис. 148) общее сопротивление цепи, если $R_1 = 8$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 7$ Ом, $R_4 = 10$ Ом, $R_5 = 5$ Ом. (*Ответ*: $R_{общ} = 14$ Ом.)

7. Чему равно напряжение источника тока, питающего цепь (рис. 149), если $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 8$ Ом. Амперметр показывает 0,1 А.
(*Ответ*: $U_{общ} = 2{,}3$ В.)

8. Определить силу тока, проходящего через каждое из сопротивлений, если вольтметр показывает 4 В (рис. 150). $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 0{,}8$ Ом. (*Ответ*: $I_1 = 0{,}6$ А, $I_2 = 0{,}4$ А, $I_3 = I_4 = 0{,}5$ А, $I_5 = 1$ А.)

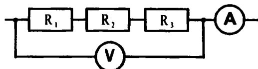


Рис. 146

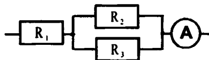


Рис. 147

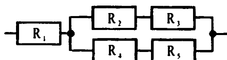


Рис. 148

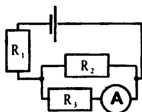


Рис. 149

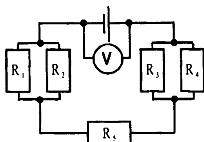


Рис. 150

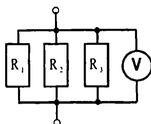


Рис. 151

Вариант II

1. Определите силу тока, проходящего по медному проводу длиной 100 м и площадью поперечного сечения 0,5 мм², при напряжении 6,8 В, $\rho = 0{,}017\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$. (*Ответ*: $I = 2$ А.)

2. Определите по схеме (рис. 151) общее сопротивление цепи и силу тока в неразветвленной части цепи, если $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 30$ Ом. Показания вольтметра 6 В. (*Ответ*: $R_{\text{общ}} = 3$ Ом, $I_{\text{общ}} = 2$ А.)

3. Определите по схеме (рис. 152) общее сопротивление цепи и показания вольтметра, если $R_1 = 7$ Ом, $R_2 = 9$ Ом, $R_3 = 8$ Ом. Показания амперметра 0,1 А. (*Ответ*: $U_{\text{общ}} = 2{,}4$ В.)

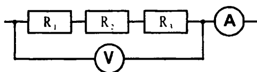


Рис. 152

4. Из какого материала изготовлен провод длиной 1 км и сечением 10 мм², если по нему идет ток 3 А, а напряжение на концах провода 120 В?

(*Ответ*: $\rho = 0{,}4\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$, никелин.)

5. Определите общее сопротивление цепи и напряжение на всем участке, если $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, $R_4 = 4$ Ом (рис. 153). Показания амперметра 0,5 А. (*Ответ*: $R_{\text{общ}} = 10$ Ом, $U_{\text{общ}} = 5$ В.)

6. Определить по схеме (рис. 154) общее сопротивление цепи, если $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, $R_4 = 4$ Ом. (*Ответ*: $R_{\text{общ}} = 3{,}9$ Ом.)

7. Чему равно напряжение на всем участке цепи (рис. 155), если $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, $R_4 = 10$ Ом, $R_5 = 10$ Ом. Амперметр показывает 2 А.

(*Ответ*: $U_{\text{общ}} = 21$ В.)

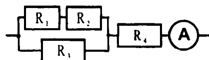


Рис. 153

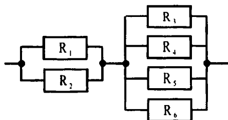


Рис. 154

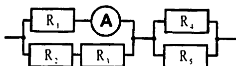


Рис. 155

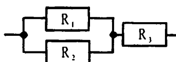


Рис. 156

8. Определить силу тока, проходящего через каждое из сопротивлений (рис. 156), если напряжение на всем участке равно 10 В, R_1 = 6 Ом, R_2 = 12 Ом, R_3 = 6 Ом. (*Ответ*: I_1 = 2/3 А, I_2 = 1/3 А, I_3 = 1 А.)

Примечание:

Используя данные задачи, можно составить варианты контрольной работы любой сложности: слабым учащимся можно дать задачи 1, 2, 3; среднему ученику – задачи 4, 5, 6; наиболее подготовленным – задачи 6, 7, 8. Возможны и другие варианты.

Резервный урок-блицтурнир
Физика в живой природе

Цели урока:

Повторение материала по теме «Электрические явления»; проверка знаний, сообразительности, умения логически мыслить.

Правила игры

- Вопросы подбираются по теме «Электрические явления»;
- Урок идет в быстром темпе;
- Во время урока можно пользоваться любой справочной литературой, включая учебник.

Ход урока

Учитель зачитывает вопрос. Игрок, готовый к ответу, поднимает руку; первому поднявшему руку предоставляется слово. Правильный ответ оценивается в 1 балл. Участники, набравшие меньше всех баллов, выбывают из игры.

Вопросы:

1. Поглаживая в темноте кошку сухой ладонью, можно заметить небольшие искорки, возникающие между рукой и шерстью. Что здесь происходит?
2. Проводя опыты с электризацией человек, его ставят на изолированную скамеечку. Почему.
3. Почему у наэлектризованных людей волосы поднимаются вверх?
4. Если любое проводящее тело, в том числе и человеческое, изолировать от земли, то его можно зарядить до большого потенциала. Так, с помощью электростатической машины тело человека можно зарядить до потенциала в десятки тысяч вольт. Оказывает ли электрический заряд, размещенный в таком случае на теле человека, влияние на нервную систему?
5. На некоторых рыбокомбинатах копчение рыбы производится в электрокамерах, где двигается конвейер с рыбой, заряженной положительным

зарядом. В электрокамере же имеются электроды, заряженные отрицательно. Почему копчение таким методом происходит в десятки раз быстрсе, чем без электрического поля?

6. Какова (приблизительно) электроемкость человека?
7. Гальвани сделал следующий опыт. Соединив две проволоки из различных металлов, он концом одной из них касался лапки свежепрепарированной лягушки, а концом другой – поясничных нервов; при этом мускулы лапки судорожно сокращались. Как вы объясните это явление?
8. Почему гальванометр показывает наличие тока, если к его зажимам присоединить стальную и алюминиевую проволоки, вторые концы которых воткнуть в лимон или свежее яблоко?
9. Почему несъемные протезы зубов нельзя изготавливать из разных металлов, например, коронки или передние зубы из золота, а задние — из нержавеющей стали?
10. При проверке качества батарейки от карманного фонарика иногда прикасаются языком к металлическим пластинам. Если язык ощущает горьковатый привкус, то батарейка хорошая. Почему же электричество батарейки горьковато на вкус?
11. В клетках, тканях и органах животных и растений между отдельными их участками возникает определенная разность потенциалов, так называемые биоэлектропотенциалы, которые связаны с процессами обмена в организме. Какова величина биопотенциалов?
12. Каких рыб называют живыми электростанциями? Как велико напряжение, создаваемое ими?
13. Племена, живущие по отдаленным притокам южноамериканских рек Амазонки, Ориноко и других, в местах брода у каждого берега держат на привязи лошадей. Когда кто-то хочет переправиться на противоположный берег, то он вначале гонит перед собой лошадь (но не едет на ней!), а сам идет следом за лошадью. Обратный путь он проделывает таким же образом. Чем объясняется этот весьма своеобразный способ переправы?
14. Морские миноги всегда приходят в возбуждение от одного присутствия в воде минимального количества химических веществ, выделяемых рыбами, которыми они питаются. Но только одной химической чувствительности недостаточно для захвата добычи, если, конечно, миноги не наткнутся на нее случайно. Их глаза настолько атрофированы, что не могут приносить какую-либо пользу в данном случае. Каким же образом минога может поймать свою жертву?
15. Франклин говорил, что разрядом электричества от батареи он не мог убить мокрую крысу, в то время как сухая крыса мгновенно погиб от такого же разряда. Чем это объясняется?
16. Почему в сырых помещениях возможно поражение человека электрическим током даже в случае, если он прикоснется к стеклянному баллону электрической лампочки?
17. Какое минимальное напряжение вызывает поражение человека электрическим током с тяжелым исходом?

18.От чего зависит биологическое действие и какой величины ток может вызвать смертельный исход?

19.Какие изменения вызывает ток в теле человека?

20.Почему случайное прохождение тока через две близко расположенные точки тела, например два пальца одной и той же руки, ощущаете только этими пальцами, но и всей нервной системой человека?

21.Почему опасно касаться мачт высокого напряжения, ведь провода с током отделены от целыми гирляндами изоляторов?

22.Почему вблизи того места, где оборванный провод высокого напряжения соприкасается с лей, рекомендуется стоять на одной ноге?

23.Почему опасно во время грозы стоять в толпе?

24.Молния чаще ударяет в деревья с глубоко проникающими в почву корнями. Почему?

25.Почему из всех деревьев чаще всего молнией поражается дуб?

26.Внутри ствола или снаружи его проходит электрический ток при ударе молнии в сосну?

27.Почему в лесу молния чаще расщепляет лиственные деревья и значительно реже поражает хвойные?

28.Почему молния, проходящая через дерево, может отклониться и пройти через человека, стоящего возле дерева?

29.Многовековой опыт показывает, что молния чаще всего ударяет в высокие лиственные деревья, главным образом в одиноко стоящие. Такие деревья являются для атмосферного электричества хорошими проводниками. Почему же человека, застигнутого грозой, предупреждают, чтобы он не скрывался под деревьями? Почему громоотвод отводит от человека молнию, а дерево, наоборот, способствует удару?

30.Почему птицы безнаказанно садятся на провода высоковольтной передачи?

31.Бывают случаи, когда птицу, сидящую на проводе линии электропередачи, убивает током. При каких обстоятельствах это может произойти?

32.Почему птицы слетают с провода высокого напряжения, когда включают ток?

33.Медицинский прибор для извлечения неферромагнитных металлических опилок из глаза представляет собой сильный электромагнит, питаемый переменным током. Каков должен быть график зависимости силы тока, питающего электромагнит, от времени, чтобы прибор отвечал своему назначению?

34.Писатель Б. Житков рассказывает о таком случае: «Однажды в начале лета я ехал верхом поймой реки. Небо было одето тучами, собиралась гроза. И вдруг я увидел, что кончики ушей лошади начали светиться. Сейчас же над ними образовались будто пучки голубоватого огня с неясными очертаниями. Огоньки эти точно струились. Затем струи света побежали по гриве лошади и по ее голове. Все это продолжалось не более

минуты. Хлынул дождик, и удивительные огни исчезли». Объясните это явление природы.

35. Какие органы человеческого тела создают вокруг себя магнитное поле?

36. При помощи магнита не только обогащают железную руду, но и очищают семена культурных растений от сорняков. Как это делается?

37. Реагируют ли животные на магнитное поле?

38. Как известно, летучие мыши ориентируются в пространстве посредством ультразвуковых сигналов. Каких вы знаете животных, которые ориентировались бы в пространстве с помощью электромагнитных волн?

Ответы

1. При поглаживании кошки происходит электризация руки с последующим искровым разрядом.
2. В этом случае все заряды остаются в теле, не стекают в землю.
3. Волосы электризуются одноименным зарядом. Как известно, одноименные заряды отталкиваются, поэтому волосы, подобно листочкам бумажного султана, расходятся во все стороны.
4. Человеческое тело – проводник электричества. Если его изолировать от земли и зарядить, то заряд располагается исключительно по поверхности тела, поэтому заряжение до сравнительно высокого потенциала не влияет на нервную систему, так как нервные волокна находятся под кожей. Влияние электрического заряда на нервную систему сказывается в момент разряда, при котором происходит перераспределение зарядов на теле. Это перераспределение представляет собой кратковременный электрический ток, проходящий не по поверхности, а внутри организма.
5. Частицы дыма интенсивнее оседают на электризованной рыбе, притягиваясь к ней. Интенсивность оседания частиц дыма на рыбе (интенсивность копчения) еще больше возрастает, когда дым проходит через отрицательно заряженные электроды, заряжаясь при этом зарядом, противоположным заряду рыбы.
6. Если положение человека таково, что его тело находится в соседстве с заземленным проводником (удалено, например, от стен комнаты), то электроемкость его равна приблизительно 30см. Это значит, что электроемкость человеческого тела при указанных условиях равна емкости шарообразного проводника радиуса 30 см.
7. Два металла и жидкость лапки составляют гальванический элемент. Ток, возникающий при замыкании цепи, раздражает нервные окончания лягушки.
8. Кислота, содержащаяся в лимоне или яблоке, и две разнородные проволоки образуют своеобразный гальванический элемент.
9. При таких протезах между двумя металлами возникает разность потенциалов. Металлические зубы могут образовать небольшую батарейку, являющуюся источником тока с силой от 5 до 100 мкА. Разряды этого слабого тока вызывают во рту неприятные ощущения.

10. Слюна человека содержит в незначительном количестве различные органические соли (натрия, калия, кальция и др.). Когда через слюну проходит электрический ток, эти соли подвергаются электролизу, на полюсах батарейки выделяются их составные части и язык ощущает горьковатый привкус.

11. Эти биоэлектропотенциалы очень малы. Напряжение их колеблется от нескольких микровольт до десятков милливольт. Для регистрации таких потенциалов, изменяющихся во времени, требуются очень чувствительные приборы, позволяющие без искажения регистрировать биотоки живой ткани.

12. Самыми известными электрическими рыбами являются электрический угорь, электрический скат и электрический сом. У этих рыб имеются специальные органы для накопления электрической энергии. Небольшие напряжения, возникающие в обычных мышечных волокнах, суммируются здесь благодаря последовательному включению множества отдельных элементов, которые нервами, как проводниками, соединены в длинные батареи. Так, у электрического угря, обитающего в водах тропической Америки, насчитывается до 8 тысяч пластинок, отделенных одна от другой студенистым веществом. К каждой пластинке подходит нерв, идущий от спинного мозга. С точки зрения физики эти приспособления представляют своего рода систему конденсаторов большой емкости. Угорь, накапливая электрическую энергию в этих конденсаторах и по своему усмотрению разряжая ее через тело, прикасающееся к нему, производит электрические удары, чрезвычайно чувствительные для человека и смертельные для мелких животных. У крупного, долго не разряжающегося угря напряжение электрического тока в момент удара может достигать 800 В. Обычно же оно несколько меньше.

Среди других электрических рыб особенно выделяется скат торпедо, который встречается в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. Размеры торпедо достигают двух метров, а его электрические органы состоят из нескольких сот пластинок. Торпедо способен в течение 10–16 с давать до 150 разрядов в секунду, по 80 В каждый. Электрические органы крупных торпедо развивают напряжение до 220 В.

У электрического сома, дающего разряды до 360 В, электрический орган располагается тонким слоем под кожей по всему туловищу.

Характерная особенность рыб, имеющих электрические органы,– их малая восприимчивость к действию электрического тока. Так, например, электрический угорь без вреда для себя переносит напряжение 220 В.

13. В реках северо-восточной части Южной Америки обитает самая мощная из всех известных электрических рыб – электрический угорь. Почти двухметровые рыбы заставляют прыгнуть стрелку вольтметра до 550 В и производят достаточно тока, чтобы полдюжины стоваттных лампочек вспыхнули, как электрическая реклама.

По этой причине племена, живущие по притокам этих рек, в местах брода, там, где водится много электрических угрей, устраивают переправу с помощью лошадей. Электрические угри разряжают свои батареи о ноги

лошадей и не успевают перезарядить это оружие, так что люди переходят реку невредимыми.

14. Морская минога в возбужденном состоянии излучает короткие электрические импульсы. Каждый такой импульс представляет собой электрический ток, который из одной части тела миноги через воду попадает в другую. Минога воспринимает любые изменения посланного ею импульса. Обычно такое изменение означает, что не далее чем сантиметрах в десяти от головы находится какой-то объект, отличающегося по своей электрической проводимости от воды. Часто этот объект оказывается рыбой, к которой минога тут же присасывается бесчелюстным ртом и начинает «просверливать» отверстие, добираясь до крови.

15. Электрический ток проходил по влажной пленке поверхности тела и не проникал внутрь организма, поэтому крыса оставалась невредимой.

16. Стеклянный баллон электрической лампочки, покрытый слоем влаги, проводит электрический ток, который при определенных условиях может вызвать поражение человека.

17. Поражение током с тяжелым исходом возможно при напряжении, начиная приблизительно с 30 В.

18. Биологическое действие тока зависит от величины тока, протекающего по организму пострадавшего. Ток в 0,025 А вызывает проходящий паралич, а ток в 0,1 А и более смертелен.

19. Ток, проходя через тело человека, воздействует на центральную и периферическую нервные системы, вызывая нарушение работы сердца и дыхания.

20. Из всех тканей, составляющих тело, наименьшей проводимостью обладают наружные слои кожи, наибольшей – нервные волокна, поэтому электрический ток в теле проходит большей частью по нервным волокнам и этим самым оказывает воздействие на всю нервную систему.

21. Идеальных изоляторов не существует. Даже фарфор, из которого сделаны высоковольтные изоляторы, меняет свои свойства в зависимости от погоды. Слегка запыленная и увлажненная поверхность изолятора служит проводником тока. Если учесть, что по проводам идет ток высокого напряжения, то утечка его, даже небольшая, будет опасна для жизни человека.

22. Вблизи оборванного провода, соприкасающегося с землей, возникает неоднородное электрическое поле. Если человек станет двумя ногами на землю вблизи такого провода, то потенциалы в соответствующих точках земли будут неодинаковыми и, следовательно, возникает ток, проходящий через тело человека. Сила тока будет тем большей, чем более неоднородное поле и чем шире расставит ноги человек. Ток практически будет отсутствовать, если человек стоит на одной ноге.

23. Во время грозы опасно стоять в толпе потому, что пары, выделяющиеся при дыхании людей, увеличивают электропроводность воздуха.

24. Деревья с корнями, проникающими в глубокие водоносные слои почвы, лучше соединены с землей и поэтому на них под влиянием наэлектризо-

ванных облаков накапливаются притекающие из земли значительные заряды электричества, имеющие знак, противоположный знаку заряда облаков.

25. Благодаря глубоко уходящим в почву корням дуб хорошо заземлен, поэтому он чаще поражается молнией.

26. Электрический ток проходит в основном между корой и древесиной сосны, то есть по тем местам, где концентрируется больше всего соков дерева, хорошо проводящих электричество.

27. Ствол смолистого дерева, например сосны, имеет значительно большее сопротивление, чем кора и подкорковый слой. Поэтому в сосне электрический ток молнии проходит преимущественно по наружным слоям, не проникая внутрь. Если же молния ударяет в лиственное дерево, то ток протекает внутри его. В древесине этих деревьев содержится много сока, который закипает под действием электрического тока. Образовавшиеся пары разрывают дерево.

28. Электрический ток проходит преимущественно по участку цепи с меньшим сопротивлением. Если тело человека окажется лучшим проводником, то электрический ток пройдет через него, а не через дерево.

29. В общем случае громоотвод отводит молнию, но ни в коем случае нельзя думать, что если стать во время грозы под громоотвод, то он всегда защитит от удара молнии. Если вы будете стоять даже на небольшом расстоянии от громоотвода, то в вашем теле в момент удара молнии образуется индуцированный заряд, между ним и зарядом громоотвода легко может произойти разряд в виде искры.

   Все эти соображения применимы и к высоким одиноко стоящим деревьям. Если вы стоите в степи на расстоянии десятков метров от одиноко стоящего дерева, то вы лучше защищены от удара молнии, чем в том случае, если бы дерева не было. Если же человек находится возле дерева, то может случиться, что молния в некоторых случаях выберет себе путь через тело человека, поскольку оно представляет собой такой же проводник, как и дерево.

30. Тело сидящей на проводе птицы представляет собою ответвление цепи, включенное параллельно участку проводника между лапками птицы. При параллельном соединении двух участков цепи величина токов в них обратно пропорциональна сопротивлению. Сопротивление тела птицы огромно по сравнению с сопротивлением небольшой длины проводника, поэтому величина тока в теле птицы ничтожна и безвредна. Следует добавить еще, что разность потенциалов на участке между ногами птицы мала.

31. Птицы чаще всего гибнут в тех случаях, когда они, сидя на проводе линии электропередачи, касаются столба крылом, хвостом или клювом, то есть соединяются с землей.

32. При включении высокого напряжения на перьях птицы возникает статический электрический заряд, из-за наличия которого перья птицы расходятся, как расходятся кисти бумажного султана, соединенного с электро-

статической машиной. Это действие статического заряда и побуждает птицу слететь с провода.

33. Сила, действующая на металлические опилки, возникает вследствие появления в них индукционных токов при изменении магнитного поля электромагнита. При нарастании токов в электромагните опилки в соответствии с правилом Ленца будут выталкиваться из поля, а при убывании тока – притягиваться к нему, поэтому ток в электромагните должен медленно нарастать, а затем быстро спадать до нуля.

34. Описанное явление носит название «огни Эльма». Это очень редкое явление природы. На остриях, на столбах оград, иногда даже на головах людей появляется голубоватый свет. Это тихий разряд – движение электрических зарядов в воздухе при атмосферном давлении и высоком напряжении.

35. Установлено, что вдоль возбуждаемого нерва примерно за пять десятитысячных секунды до передачи возбуждения образуется магнитное поле. По-видимому, в момент раздражения молекулы, несущие на себе заряд, каким-то образом изменяют свое положение в пространстве, позволяя пройти по нерву волне возбуждения. Именно это перемещение молекул, вероятно, и является причиной возникновения магнитного поля.

36. Для того чтобы очистить семена от сорняков, нужно металлический порошок перемешать с семенами и поднести магнит. К магниту прилипнет большинство сорняков, а семена культурных растений останутся на месте. Оказывается, что поверхность семян клевера, люцерны и других культур гладкая, а семена большинства сорняков имеют шероховатую поверхность. Металлический порошок легко прикрепляется к шероховатой поверхности семян сорняков и вместе с ними притягивается к магниту.

37. Многие ученые утверждают, что у животных существует специальный орган, с помощью которого они определяют наличие магнитного поля. Многочисленные опыты показали, что, например, голуби обладают особым магнитным «чувством», которое позволяет им ориентироваться в магнитном поле Земли. Чтобы проверить, так ли это, ученые поступили с голубями, как с обычным магнитным компасом: прикрепили к крыльям голубя металлические пластинки. И живые компасы испортились. Есть много наблюдений, показывающих, что голуби теряют способность ориентироваться в зоне действия мощных электростанций и начинают двигаться к источнику излучения.

Самки термитов в гнезде лежат так, что ось их тела совпадает по направлению с магнитным меридианом, а если поместить рядом сильный, магнит, то меняют свое положение.

38. Сравнительно недавно в реках Африки была обнаружена рыба, снабженная самым настоящим радиолокатором. Это водяной слон. Оказалось, что находящийся в его хвостовой части электрический генератор постоянно излучает низкочастотные колебания (до 100 импульсов в минуту), которые после отражения от окружающих предметов улавливаются особыми органами этого животного, расположенными в основа-

нии плавника. Поэтому неудивительно, что водяной слон, даже зарывшись с головой в ил, на расстоянии чувствует приближение хищника и успевает вовремя скрыться. Подобный радиолокатор имеет и электрический угорь.

Подведение итогов

Учитель вытавляет оценки за урок.

Урок 23
Работа и мощность тока. Тепловое действие тока

Цели урока:

Ввести понятие работы электрического тока; вывести формулу для расчета работы тока. Научиться определять мощность и работу тока в лампе, используя амперметр, вольтметр и часы.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Источник питания, низковольтная лампа на подставке, вольтметр, амперметр, ключ, соединительные провода, секундомер (или часы с секундной стрелкой).

Ход урока

I. Анализ контрольной работы

II. Повторение

- Какая связь между количеством электричества и силой тока?
- Что является причиной электрического тока?
- Какую роль выполняет источник тока?
- Что показывает напряжение на участке цепи?

III. Работа и мощность тока

В источнике тока за счет энергии неэлектрического происхождения совершается работа по разделению электрических зарядов и создается электрическое поле. Энергетической характеристикой электрического поля в цепи является напряжение. В замкнутой цепи под действием электрического поля электроны движутся к положительному полюсу источника, т.к. в цепи поддерживается ток.

Таким образом, за счет энергии электрического поля совершается работа по перемещению электронов. Электроны движутся в проводнике, взаимодействуя при этом с ионами кристаллической решетки металла и, тем самым, изменяют скорость теплового движения ионов. При этом внутренняя энергия проводника увеличивается. Проводник нагревается.

Вывод: в замкнутой цепи происходит превращение одного вида энергии в другой.

Во всех случаях, когда происходит превращение одного вида энергии в другой, совершается работа. Электрическое поле, увеличивая скорость теплового движения ионов проводника, совершает работу или, как условно говорят, электрический ток совершает работу. Такая работа совершается в электробытовых приборах (холодильник, утюг, фен, и т. д.).

Запишем формулы:

$$A = qU,\quad q = It,\quad A = UIt,\quad P = A / t = IU,$$

где A – работа [Дж];
I – сила тока [А];
U – напряжение [В];
t – время [с];
P – мощность [Вт].

Для измерения работы необходимо три прибора: вольтметр, амперметр и часы. На практике используют специальный прибор – счетчик. В устройстве счетчика как бы сочетаются три названных выше прибора. Работа рассчитывается по формуле:

$$A = Pt.$$

При оплате электроэнергии по счетчику используется «крупная» единица измерения работы тока: киловатт в час.

$$1\ кВт \cdot ч = 1000\ Вт \cdot 3600\ с = 3600000\ Дж!$$

IV. Кратковременная лабораторная работа «Измерение мощности и работы тока в электрической лампе»

Указания к работе:

1. Собрите цепь из источника питания, лампы, амперметра и ключа, соединив все последовательно.
2. Измерьте вольтметром напряжение на лампе.
3. Начертите в тетради схему собранной цепи и запишите показания приборов.
4. Вычислите мощность тока в лампе.
5. Заметьте время включения и выключения лампы. По времени ее горения и мощности определите работу тока в лампе.
6. Проверьте, совпадет ли полученное значение мощности с мощностью, обозначенной на лампе. Если значения не совпадут, объясните причину этого.

V. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца

– Как объяснить, почему проводники обладают сопротивлением?
– Как понимать выражение: «Внутренняя энергия проводника увеличилась?»
– Как объяснить нагревание проводника при прохождении по нему тока?

В металлах электроны, двигаясь под действием электрического поля, взаимодействуют с ионами кристаллической решетки вещества проводника и передают им часть своей энергии, приобретенной в результате действия электрического поля. При этом скорость колебательных движений ионов увеличивается, следовательно, увеличивается и их кинетическая энергия, что приводит к увеличению внутренней энергии проводника и его нагреванию.

Запишем формулы:

$$A = Q,\quad Q = IUt,\quad U = IR.$$

Тогда:

$$Q = I^2Rt.$$

Это и есть формула закона Джоуля-Ленца.

Различные потребители тока, в том числе и нагревательные приборы, как правило, включаются в цепь параллельно. Это приводит к уменьшению сопротивления участка цепи, а следовательно, к увеличению силы тока в цепи. Так как всякий проводник рассчитан на ток определенной величины, то перегрузка цепи приводит к перегреву изоляции, которая может даже воспламениться.

Для защиты электрических цепей от перегрузки ставят плавкие предохранители. Пользуясь квартирным предохранителем («пробкой»), учитель объясняет его устройство, показывает, как предохранители изображаются на чертежах. На модели демонстрируется, как предохранители отключают линию.

В качестве модели предохранителя используется узкая полоска фольги. При соединении несущих проводов металлическим штырем сопротивление участка цепи уменьшается, при этом резко возрастает сила тока, что приводит к плавлению фольги. При проведении опыта у демонстрационного стола не должны находиться учащиеся.

VI. Закрепление изученного

- Чему равно электрическое напряжение на участке цепи?
- Какими приборами измеряют работу электрического тока?
- Что называется мощностью тока?Как рассчитать мощность тока?
- Какую величину обычно указывают в паспортах приемников тока?
- Какие единицы работы тока используют?
- Как можно объяснить нагревание проводника электрическим током?
- Как формулируется закон Джоуля-Ленца? Почему он носит такое название?

VII. Решение задач

Задача 1

По сопротивлению, к концам которого приложено напряжение 220 В, течет ток с силой 4 А. Определите мощность электрического тока и работу, совершаемую электрическим током за 10 с.

Дано:	Решение:
$U = 220$ В $I = 4$ А $t = 10$ с	Мощность тока в цепи равна: $P = U \cdot I$, $P = 220$ В $\cdot$ 4 А = 880 Вт. Работа электрического тока на участке цепи: $A = P \cdot t$, $A = 880$ Вт $\cdot$ 10 с = 8800 Дж = 8,8 кДж.
$A = ?$ $P = ?$	**Ответ:** $P = 880$ Вт, $A = 8{,}8$ кДж.

Задача 2

Расход энергии в электрической лампе при силе тока 0,5 А в течение 8 ч составляет 1728 кДж. Чему равно сопротивление лампы?

Дано:	Решение:
$A = 1728$ кДж $I = 0{,}5$ А $t = 8$ ч	$A = 1728$ кДж = 1728000 Дж; $t = 8$ ч $= 8 \cdot 3600$ с. Работа электрического тока на участке цепи: $A = U \cdot I \cdot t$, т.е.: $U = \dfrac{A}{I \cdot t}$, $U = \dfrac{172800\text{ Дж}}{0{,}5\text{ А} \cdot 8 \cdot 3600\text{ с}} = 120$ В
$R = ?$	По закону Ома: $I = \dfrac{U}{R}$, $R = \dfrac{U}{I}$. $R = \dfrac{120\text{ В}}{0{,}5\text{ А}} = 240$ Ом.

Ответ: $R = 240$ Ом.

Задача 3

Определите стоимость электроэнергии, потребляемой телевизором в течение 2 ч, если стоимость 1 кВт · ч равна 1 руб, а потребляемая телевизором мощность от сети – 150 Вт.

Дано:	Решение:
P = 150 Вт	Работа тока на участке цепи: $A = P \cdot t$,
t = 2 ч	A = 150 Вт · 2 ч = 300 Вт · ч = 0,3 кВт · ч.
тариф – 100 руб/кВт · ч	стоимость = 1 · 0,3 = 30 коп.
стоимость – ?	**Ответ:** стоимость электроэнергии – 30 коп.

Задача 4

Определите количество теплоты, выделяющейся за каждые 10 мин в электрической печи, включенной в сеть напряжением 220 В, если сила тока в обмотке печи составляет 2 А.

Дано:	Решение:
U = 220 В	Количество теплоты, выделяемое проводником, по
I = 2 А	которому течет ток, равно работе тока, т.е.:
t = 10 мин = 600 с	$Q = A = U \cdot I \cdot t$.
Q = ?	Q = 220 В · 2 А · 600 с = 264000 Дж = 264 кДж.

Ответ: Q = 264 кДж.

Задача 5

Проволочная спираль, сопротивление которой в нагретом состоянии равно 55 Ом, включена в сеть напряжением 110 В. Какое количество теплоты выделит эта спираль за 1 мин?

Дано:	Решение:
U = 110 В	По закону Джоуля-Ленца: $Q = U \cdot I \cdot t$ (1).
R = 55 Ом	По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$ (2).
t = 1 мин = 60 с	
Q = ?	Подставим (2) в (1): $Q = \frac{U \cdot U \cdot t}{R} = \frac{U^2 t}{R}$.

$$Q = \frac{(110\ \text{В})^2 \cdot 60\ \text{с}}{55\ \text{Ом}} = 13200\ \text{Дж} = 13{,}2\ \text{кДж}.$$

Ответ: Q = 13,2 кДж.

Задача 6

Какую массу воды можно нагреть от 10°C до 100°C за счет энергии, получаемой за 15 мин электрическим чайником, включенным в сеть напряжением 220 В, при силе тока 2 А? (*Ответ*: 1 кг.)

Домашнее задание

1. §18, 19;
2. Задачи 82, 84, 86;
3. Трое учащихся (по желанию) готовят доклады о А. Н. Ладыгине, П. Н. Яблокове, Эдисоне.

Урок 24
Лампа накаливания

Цели урока:

Познакомить учащихся с историей создания лампы накаливания. Проверить на практике справедливость закона Джоуля-Ленца.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Нагревательная спираль, калориметр, термометр, мензурка с водой, амперметр, вольтметр, источник тока на 4 В, ключ, часы с секундомером, соединительные провода.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Как находится работа электрического тока?
- По какой формуле находится мощность тока?
- С помощью какого прибора измеряют работу тока? Какая единица работы при этом используется?
- Почему проводник, по которому течет ток, нагревается?
- Сформулируйте закон Джоуля-Ленца.
- Каково назначение предохранителей?
- Расскажите об устройстве и принципе действия плавких предохранителей.

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Мощность тока в электрической лампе – 60 Вт. Что означает это число? Каков расход энергии в электрической лампе, включенной на 20 с? (*Ответ*: 1200 Дж.)

2. Определить мощность тока в электрической плитке при напряжении 120 В, если сила тока в спирали 5 А. (*Ответ*: 600 Вт.)

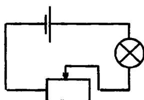
3. Куда надо передвинуть ползунок реостата в цепи, чтобы увеличить яркость горения лампы (рис. 157)? (*Ответ*: передвинуть влево.)

Вариант II

1. Определите мощность тока в электрической лампе при напряжении 220 В, если сила тока в спирали 0,5 А. (Ответ: 110 Вт.)

2. Мощность электроплитки – 600 Вт. Что означает это число? Определите энергию, потребляемую электроплиткой за каждые 10 с. (*Ответ*: 6000 Дж.)

3. Какая из двух ламп горит ярче (рис. 158)? (*Ответ*: первая.)



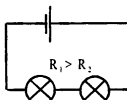


Рис. 158

III. Кратковременная лабораторная работа

Указания к работе:

1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 159).

Замкнув ключ на короткое время, убедитесь, что амперметр и вольтметр показывают силу тока и напряжение на нагревателе. Спираль лучше взять из школьного оборудования: она закрепляется на крышке калориметра и закрыта пластмассовой решеткой, предохраняющей от контакта с алюминиевым стаканом калориметра.

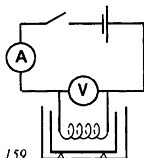


Рис. 159

2. Налейте в калориметр 100 г воды и убедитесь, что нагревательная спираль покрывается водой при ее установке в калориметр. Измерьте начальную температуру воды t_1.

3. Установите спираль в калориметр, включите ток и засеките время. В ходе нагревания воды (около 5 мин) снимите показания вольтметра U и амперметра I.

После окончания нагревания отключите ток, перемешайте воду спиралью и измерьте температуру воды в калориметре (t_2).

Занесите все данные в таблицу:

№	m, гр	I, А	U, В	t, с	t_1, °С	t_2, °С	Q_1, Дж	Q_2, Дж
1								
2								
3								

4. Повторите опыт, изменив время нагревания, каждый раз заменяя воду и давая остыть нагревателю до комнатной температуры. Время нагревания следует подобрать так, чтобы температура воды повышалась на 5–10°С.

5. Рассчитайте количество теплоты $Q_1 = IUt$, выделившейся на нагревателе (по закону Джоуля-Ленца) и $Q_2 = cm(t_2 - t_1)$, затраченной на нагревание воды.

6. Оцените погрешности измерений и сделайте вывод о выполнении закона Джоуля-Ленца в нашем эксперименте. В случае большой погрешности объясните возможную причину отклонений.

III. Новый материал

Начало применения электричества для освещения относится к 60-м годам 19-го столетия, когда дуговая лампа (т.е. электрическая дуга) была установлена на маяках. Но применение этих ламп встречало большие трудности. Дело в том, что дуговую лампу нужно было непрерывно регулировать, так как концы угольных электродов сгорали, расстояние между ними увеличивалось, в результате этого цепь разрывалась и дуга затухала.

Русский изобретатель Павел Николаевич Яблочков (1847–1894) много думал над усовершенствованием таких дуговых ламп и пришел к новому и оригинальному решению этой проблемы.

Вместо обычного расположения угольных электродов в дуговой лампе, при котором расстояние между ними менялось по мере их сгорания, Яблочков расположил их параллельно рядом, а между ними поместил изолирующую прокладку, которая сгорала вместе с углем. Эта конструкция получила название свечи Яблочкова. В 1876 году Яблочков взял патент на свое изобретение, и

оно быстро получило распространение. «Русский свет» (так называли изобретение Яблочкова) засиял на улицах, площадях, в помещениях многих городов Европы, Америки и даже Азии. «Из Парижа, – писал Яблочков, – электрическое освещение распространилось по всему миру, дойдя до дворца шаха Персидского и до дворца короля Камбоджи».

С начала 80-х годов появилась лампа накаливания. Первым изобретателем лампы накаливания был русский инженер А. Н. Лодыгин (1847–1923). Одна из конструкций лампы Лодыгина представляла собой стеклянный баллон, внутри которого в вакууме между двумя медными стержнями помещался угольный стержень.

Уже в 1873 г. Лодыгин демонстрировал освещение своими лампами одной из улиц Петербурга. В 1874 г. Лодыгин получил за свое изобретение Ломоносовскую премию Академии наук.

В 1879 г. американский изобретатель Эдисон создал удачную конструкцию лампы накаливания, и вскоре она получила распространение во всем мире.

Использование электричества для связи, в качестве движущей силы, для освещения явилось стимулом создания электрических генераторов, изобретения трансформаторов и т.д.

Появившаяся вместе с этим новая область техники – электротехника во второй половине XIX века приобрела важное практическое значение.

Все убыстряющееся развитие электротехники приводит к необходимости совершенствования измерительной аппаратуры. Конструируются и непрерывно совершенствуются гальванометры, амперметры, вольтметры, магазины сопротивлений, конденсаторы и т.д.

IV. Закрепление изученного

- Как устроена современная лампа накаливания?
- Из какого материала изготавливают проволоки для спиралей ламп?
- Зачем баллон современных ламп накаливания наполняют инертным газом?
- Как устроен патрон для включения лампы накаливания в сеть?
- На какие напряжения рассчитаны лампы накаливания, выпускаемые нашей промышленностью?
- Назовите первых изобретателей электрического освещения с помощью ламп накаливания.

V. Решение задач

Задача 1

За какое время в спирали сопротивлением 40 Ом при силе тока 3 А выделится 10,8 кДж теплоты?

Дано:	**Решение:**
$Q = 10800$ Дж $I = 3$ А $R = 40$ Ом	$Q = I^2Rt$, откуда: $t = \dfrac{Q}{I^2R}$.
$t = ?$	$t = \dfrac{10800\text{ Дж}}{(3\text{ А})^2 \cdot 40\text{ Ом}} = 30\text{ с}$. **Ответ:** $t = 30$ с.

Задача 2

Определить мощность электрического чайника, если в нем за 20 мин нагревается 1,43 кг воды от 20°С до 100°С? (*Ответ*: $P = 400$ Вт.)

Задача 3

Определить мощность, потребляемую третьей лампой (рис. 160), если амперметр показывает 3 А, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 15$ Ом, $R_3 = 4$ Ом.

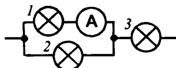


Рис. 160

Дано:
$R_1 = 10$ Ом
$R_2 = 15$ Ом
$R_3 = 4$ Ом
$I_1 = 3$ А

$P_3 = ?$

Решение:

$P_3 = I_3 \cdot U_3 = I_3^2 \cdot R_3, \quad I_3 = I_{1,2} = I_1 + I_2.$

Найдем ток I_2:

$U_2 = U_1 = R_1 I_1, \quad U_2 = 10 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ А} = 30 \text{ В}.$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2}, \quad I_2 = \frac{30 \text{ В}}{15 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}.$$

$I_3 = 3 \text{ А} + 2 \text{ А} = 5 \text{ А}. \quad P_3 = (5 \text{ А})^2 \cdot 4 \text{ Ом} = 100 \text{ Вт}.$

Ответ: $P_3 = 100$ Вт.

Задача 4

Какой длины надо взять никелиновый проводник сечением 0,2 мм², чтобы изготовить спираль плитки мощностью 600 Вт и рассчитанной на напряжение 120 В?

Дано:
$P = 600$ Вт
$U = 120$ В
$S = 0{,}2$ мм
$\rho = 0{,}4 \dfrac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$l = ?$

Решение:

$$P = \frac{U^2}{R}, \text{ откуда } R = \frac{U^2}{P}. \text{ В то же время } R = \rho\frac{l}{S}.$$

$$\text{Следовательно: } \frac{U^2}{R} = \rho\frac{l}{S}, \text{ т.е. } l = \frac{U^2 S}{\rho P}.$$

$$l = \frac{(120 \text{ В})^2 \cdot 0{,}2 \text{ мм}^2}{600 \text{ Вт}} : 0{,}4\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} = 12 \text{ м}.$$

Ответ: $l = 12$ м.

Задача 5

Кипятильник нагревает 1,2 л воды от 12°С до кипения за 10 мин. Определите ток, потребляемый кипятильником, если $U = 220$ В, а КПД кипятильника 90%.

Дано:
$U = 220$ В
$t_1° = 12°$С
$t_2° = 100°$С
$m = 1{,}2$ кг
$t = 600$ с
$\rho = 4200 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}}$
КПД = 90%

$I = ?$

Решение:

Количество теплоты, получаемое водой:

$Q_1 = A_п = cm(t_2° - t_1°).$

Количество теплоты, выделяемое кипятильником:

$Q_1 = A_з = U \cdot I \cdot t.$

$$\text{КПД} = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\% = 90\%.$$

$$\text{Приравняв, получим: } \frac{cm(t_2° - t_1°)}{U \cdot I \cdot t} \cdot 100\% = 90\%,$$

$$\text{откуда: } I = \frac{cm \cdot (t_2° - t_1°)}{U \cdot t \cdot 0{,}9}.$$

$$I = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}} \cdot \frac{1{,}2 \text{ кг} \cdot (100°\text{C} - 12°\text{C})}{220 \text{ В} \cdot 600 \text{ с} \cdot 0{,}9} = \frac{56}{15} \approx 3{,}73 \text{ А}.$$

Ответ: $I = 3{,}73$ А.

Задача 6

Найти мощность, потребляемую четвертой лампой (рис. 161), если амперметр показывает 6 А, $R_1 = 9$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = 2$ Ом.

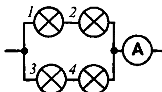


Рис. 161

Дано:	**Решение:**
$R_1 = 9$ Ом $R_2 = 6$ Ом $R_3 = 8$ Ом $R_4 = 2$ Ом $I_{общ} = 6$ А	$P_4 = R_4 \cdot I_4^2$. $I_4 = \dfrac{U_{общ}}{R_{3,4}}$. $U_{общ} = R_{общ} \cdot I_{общ}$. $R_{общ} = \dfrac{R_{1,2} \cdot R_{3,4}}{R_{1,2} + R_{3,4}}$, $R_{1,2} = R_1 + R_2$, $R_{3,4} = R_3 + R_4$.
$P_4 = ?$	$R_{1,2} = 9$ Ом $+ 6$ Ом $= 15$ Ом, $R_{3,4} = 8$ Ом $+ 2$ Ом $= 10$ Ом

$R_{общ} = \dfrac{15\,Ом \cdot 10\,Ом}{15\,Ом + 10\,Ом} = 6\,Ом$, $U_{общ} = 6$ Ом $\cdot$ 6 А = 36 В.

$I_4 = \dfrac{36\,В}{10\,Ом} = 3{,}6$ А. $P_4 = 2$ Ом $\cdot$ $(3{,}6\,А)^2 = 26$ Вт.

Ответ: $P_4 = 26$ Вт.

Домашнее задание

1. §20;
2. Задачи по сборнику задач по физике (В. И. Лукашик, Е. В. Иванова): № 1446, 1449, 1453.

Резервный урок-игра
Физический марафон по теме «Электрические явления»

Цели урока:

Обобщить, повторить материал по теме «Электрические явления»; развить навыки решения экспериментальных, расчетных и качественных задач; развить устную речь учащихся; развить коммуникативные способности.

Эпиграфы: Я мыслю, следовательно, я существую. (Декарт – французский философ и математик, 1596–1650 гг.)

Оформление:

1. Плакат с названием урока и его эпиграфом.
2. Портреты ученых: Кулона, Ампера, Вольта, Джоуля, Ленца.
3. Выставка книг по теме «Электричество».
4. Комплект игры.

В комплект принадлежностей к игре входят: 1) большое картонное поле, на котором изображен пейзаж, включающий горы, реку, озеро, лес, населенные пункты и другие объекты. Среди этого пейзажа проходит трасса пробега, она имеет большое число остановок, каждая из которых помечена двумя – четырьмя кружками разного цвета (комплект цветов всюду одинаков) и имеет небольшой, приклеенный рядом кармашек – «тайник»; 2) картонные или пластмассовые фигурки бегунов, которые могут стоять, окрашенные в те же цвета, что и кружки на трассе; 3) небольшой красный флажок; 4) четыре комплекта свернутых в трубочку записок на цветной бумаге. Около каждой станции в кармашке

лежит набор из четырех записок разного цвета, и каждый бегун берет трубочку «своего» цвета. Записки содержат разные задания: качественные вопросы, несложные расчетные задачи и др. Всю совокупность заданий можно перемещать и для каждого бегуна выделить их «смесь», включающую разные по характеру задания. Можно, однако, поступить иначе. Один комплект (например, красного цвета) посвятить формулам, второй (зеленый) – качественным задачам, третий (желтый) – количественным, четвертый – практическому применению. Тогда в процессе игры можно будет повторить в системе весьма обширный материал.

Ход урока

I. Вступительное слово учителя

Пусть кипит работа,
Сложны соревнованья,
Успех решает не судьба,
А ваши знанья!

II. Правила игры

Класс делится на 2–4 команды. Один из игроков команды кидает игровой кубик. По числу выпавших на верхней грани очков он передвигается вперед от пункта 1 к пункту 2 по кружочкам «своего» цвета. Так же поступают игроки других команд. Право второго броска и следующего передвижения команды получают только после того, как возьмут из «тайника» адресованную им записку «своего» цвета, ответят на содержащийся в ней вопрос и произнесут этот ответ. Дежурный контрольно – пропускного пункта должен принять ответ. Если ответ верен, дежурный взмахивает цветным флажком, следующий игрок команды кидает кубик и бегун продолжает бег, передвигаясь вперед. Если ответ ошибочен, то бегун остается на месте, На трассе есть несколько «коварных» мест: в точке Б бегуна поджидает болезнь, и попавший в нее вынужден лечь в госпиталь и пропустить пять ходов; в точке П у бегуна портится снаряжение – рвется обувь, ему приходиться чинить ее и пропустить три хода. Зато попавший в точку С – счастливчик: его «подхватывает ветер» и он получает право продвинуться вперед дополнительно на четыре очка. Выигрывает та команда, которая первой пришла к финишу – в пункт 2 – или затратила меньше времени на прохождение трассы.

Полезно поручить нескольким сильным в физике учащимся подготовку игры: подбор их учебной литературы и задачников заданий или вопросов, т.е. составление маршрутных ответов; выполнение этой работы оценивается отметкой «5»; арбитр тоже получает такую же отметку.

Комплект 1. Основные понятия (красного цвета)

1. Как взаимодействуют одноименные заряды?
2. Каково происхождение слова «электричество»?
3. Электрическим током называется?
4. Электрическое сопротивление зависит от…
5. Ученые, опыты которых позволили измерить заряд электрона…

Комплект 2. Основные формулы (розового цвета)

1. Формула для расчета сопротивления проводника…

2. Согласно закону Ома сопротивление проводника …

3. Согласно закону Ома сила тока проводника …

4. Согласно закону Ома напряжение проводника …

5. Закон Ома для участка цепи …

Комплект 3. Физика в живой и неживой природе (синего цвета)

1. Зачем при перевозке горючих жидкостей к корпусу автоцистерны прикрепляют цепь, которая при движении волочится по земле?

(*Ответ*: При перевозке в автоцистернах горючие жидкости взбалтываются и электризуются. Чтобы избежать искр и пожара, используют цепь, которая отводит заряды в землю.)

2. Что представляет собой молния?

(*Ответ*: Электрический разряд в атмосфере в виде линейной молнии представляет собой электрический ток, причем сила тока за 0,2 – 0,3 с, в течение которых длятся импульсы тока в молнии, меняется. Примерно 65% всех молний, наблюдаемых в нашей стране, имеют наибольшее значение силы тока 10000А, но в редких случаях она достигает 230000А.)

3. Чем объяснить то, что птицы спокойно и совершенно безнаказанно усаживаются на провода?

(*Ответ*: Тело сидящей на проводе птицы представляет собой как бы ответвление цепи, сопротивление которого по сравнению с другой ветвью (короткого участка между ногами птицы) огромно. Поэтому сила тока в этой ветви (в теле птицы) ничтожна и безвредна. Но если бы птица, сидя на проводе, коснулась столба крылом, хвостом – вообще каким-нибудь образом соединилась с землей, – она мгновенно была бы убита током, который устремился бы через ее тело в землю.)

4. На что расходуется электроэнергия, потребляемая домашним холодильником?

(*Ответ*: На нагревание комнаты, Тела, находящиеся внутри холодильника, не увеличивают своей энергии.)

5. Елочная гирлянда спаяна из лампочек для карманного фонарика. При включении этой гирлянды в сеть на каждую приходится напряжение 3В. Почему же опасно, выкрутив одну из лампочек, сунуть палец в патрон?

(*Ответ*: Сопротивление лампочки от карманного фонарика мало – несколько Ом. Сопротивление всей гирлянды – несколько сотен Ом. Сопротивление пальца – несколько тысяч Ом. При последовательном соединении падения напряжений на участках цепи пропорциональны сопротивлениям участков, поэтому на палец, если его сунуть в патрон, придется практически все напряжение сети.)

Комплект 4. Качественные и количественные задачи (желтого цвета)

1. Сила тока, проходящая через нить лампы, 0,3 А, напряжение на лампе 6 В. Каково электрическое сопротивление нити лампы? (20 Ом)

2. Каково напряжение на участке электрической цепи сопротивлением 20 Ом при силе тока 200 мА? (4 В)

3. Определите напряжение на концах проводника, сопротивление которого 40 Ом, если сила тока в проводнике 100 А. (4 В)

4. Какова стоимость электроэнергии, расходуемой электрической плитой мощностью 900 Вт за 40 мин непрерывной работы, если тариф электроэнергии 500 р./ кВт ч? (300 р)

5. Электрическая плитка при силе тока 5А за 30 мин потребляет 1080 кДж энергии. Рассчитайте сопротивление плитки. (24Ом)

III. Подведение итогов. Награждение победителей

Учитель выставляет оценки за урок, комментируя их.

Урок 25
Решение задач по теме «Работа, мощность, тепловое действие тока»

Цель урока:

Закрепить умения и навыки решения задач по теме «Работа, мощность, тепловое действие тока».

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Как устроена осветительная лампа накаливания?
- Кто и когда изобрел лампу накаливания?
- Почему нить накаливания делают из вольфрама?
- Изменяется ли внутренняя энергия проводника, по которому течет ток?
- Почему вместо перегоревшей пробки предохранителя в патрон нельзя вставить проводник из тугоплавкого металла (гвоздь, пучок проволоки)?
- Объясните, почему нагревательные элементы таких приборов как: электрическая плитка, утюг, электропечь, – изготавливают из металлов, имеющих большое удельное сопротивление?
- Объясните, почему провода, подводящие ток к электрической лампочке, практически не нагреваются, в то время как спираль лампочки раскалятся добела?
- Почему при соединении проводников их не только скручивают, но и спаивают?

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Определите количество теплоты, выделяемое в проводнике за 3 мин, если сила тока в цепи 5 А, а напряжение на концах проводника 200 В.
(*Ответ*: 180 кДж.)

2. Сколько теплоты выделится за 30 с в реостате сопротивлением 100 Ом при силе тока в цепи 2 А? (*Ответ*: 12 кДж.)

3. Электрическая печь потребляет мощность 6000 Вт при силе тока 50 А. Определить напряжение тока, питающего печь и сопротивление печи.
(*Ответ*: 120 В, 2,4 Ом.)

4. Чему равно сопротивление электрической печи, если в течение 1 мин при силе тока 4 А выделяется 28,8 кДж теплоты? (*Ответ*: 30 Ом.)

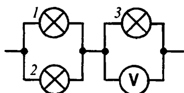


Рис. 162

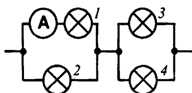


Рис. 163

5. На сколько градусов за 5 мин нагревается медный электрокипятильник массой 0,5 кг, включенный в сеть с напряжением 120 В при силе тока 2,5 А? Удельная теплоемкость меди $\rho = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}}$. (*Ответ*: 474°С.)

6. Определите мощность, потребляемую первой лампой (см. рис. 162), если R_1 = 3 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 10 Ом, а вольтметр показывает 30 В. (*Ответ*: 12 Вт.)

7. Спираль электрической плитки мощностью 600 Вт состоит из сплава, удельное сопротивление которого 1,2 Ом·мм^2/м. Длина проволоки 5 м, ее сечение 1 мм^2. Найти напряжение, подаваемое на плитку. (*Ответ*: 60 В.)

8. Сколько времени требуется для нагревания 2 кг воды от 20°С до 100°С в электрическом чайнике мощностью 600 Вт, если его КПД 80%? (*Ответ*: 23,3 мин.)

9. Найти мощность, потребляемую четвертой лампой (см. рис. 163), если R_1 = 12 Ом, R_2 = 24 Ом, R_3 = 3 Ом, R_4 = 6 Ом, а амперметр показывает 1 А. (*Ответ*: 1,5 Вт.)

Вариант II

1. Какую работу совершает ток в электродвигателе за 30 с, если при напряжении 220 В сила тока в двигателе 0,1 А? (*Ответ*: 660 Дж.)

2. Определите мощность тока в электрической лампе, включенной в сеть напряжением 220 В, если известно, что сопротивление нити накала лампы 484 Ом. Какой ток течет в нити накала? (*Ответ*: 100 Вт.)

3. Какое количество теплоты выделит за 10 мин проволочная спираль сопротивлением 15 Ом, если сила тока в цепи 2 А? (*Ответ*: 36 кДж.)

4. За какое время электрический утюг выделит 800 Дж теплоты, если ток в спирали 3 А, а напряжение в сети 220 В? (*Ответ*: 1,2 с.)

5. Определите мощность электрического чайника, если за 8 мин в нем 1,5 л воды нагреется от 20°С до 40°С? (*Ответ*: 262,5 Вт.)

6. Определите мощность, потребляемую третьей лампой (см. рис. 164), если R_1 = 3 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 5 Ом, а амперметр показывает I_2 = 2 А. (*Ответ*: 180 Вт.)

7. Электрическая печь потребляет мощность 800 Вт при напряжении 220 В. Обмотка печи сделана из никелиновой проволоки длиной 72 м. Найти площадь поперечного сечения проволоки, если удельное сопротивление никелина c = 0,4 Ом·мм^2/м. (*Ответ*: 0,48 мм^2.)

8. Сколько времени будет нагреваться 1 л воды от 20°С до 100°С в электрическом чайнике мощностью 500 Вт, если его КПД 75%? (*Ответ*: 15 мин.)

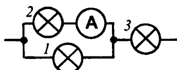


Рис. 164

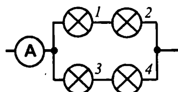


Рис. 165

9. Найти мощность, потребляемую четвертой лампой (см. рис. 165), если R_1 = 1 Ом, R_2 = 2 Ом, R_3 = 2 Ом, R_4 = 4 Ом, а амперметр показывает 2 А. (*Ответ*: примерно 1,77 Вт.)

Примечание:

Чтобы получить оценку «3» достаточно решить задачи 1, 2, 3; на «четыре» необходимо решить задачи 4, 5, 6. Правильное решение задач 7, 8, 9 оценивается «пятеркой».

Домашнее задание

Повторить §1–20.

Урок 26
Обобщающий урок-соревнование по теме «Электрические явления»

Цели урока:

Закрепить навыки решения задач: расчетных, качественных и экспериментальных; учить применять знания в новой ситуации; учить грамотно объяснять происходящие физические явления.

Формировать навыки коллективной работы в сочетании с самостоятельной деятельностью учащихся.

Оформление:

На доске – плакат с названием урока;
Портреты ученых: Кулона, Ампера, Вольта, Джоуля, Ленца;
Выставка книг по теме «Электричество».

На уроке организуется соревнование между учащимися. Подготавливаются жетоны и призы, которыми награждаются победители тех или иных конкурсов. Ребята заранее сами выбирают конкурсы, в которых будут участвовать, и сообщают о своем выборе учителю, чтобы он мог подготовить необходимое количество карточек с заданиями. В ходе урока проводятся также конкурсы, в которых может принять участие весь класс.

Ход урока

Вступительное слово учителя

Электричество кругом,
Полон им завод и дом,
Везде заряды: там и тут,
В любом атоме «живут».
А если вдруг они бегут,
То тут же токи создают.

Нам токи очень помогают,
Жизнь кардинально облегчают!
Удивительно оно,
На благо нам обращено,
Всех проводов «величество»
Зовется ... (электричество)

Проявим нынче мы умение,
Законы объясним, явления:
Электризацию, сопротивление
И мощность, как работу за мгновение.
Эксперименты проведем
И победителей найдем!

Первый конкурс: «Разминка»

В течение 5 мин весь класс в быстром темпе заканчивает фразу учителя. Первый, правильно ответивший, получает жетон.

Можно провести этот конкурс в форме физического диктанта: учащиеся записывают окончание каждой фразы на листочках, которые сдаются и проверяются жюри.

- Электрическим током называется ...
- Единица электрического сопротивления ...
- Формула закона Ома для участка цепи ...
- Действия электрического тока ...
- Мощность равна отношению работы к ...
- Честь открытия закона о тепловом действии тока принадлежит ...
- Как искать общее сопротивление цепи, в которой потребители соединены последовательно ...
- Причиной сопротивления является взаимодействие движущихся электронов с ...
- Электрическое сопротивление зависит от ...
- Все потребители находятся под одним и тем же напряжением при ...
- Электрическое напряжение измеряется ...
- Формула работы электрического тока ...
- 1 кВт·ч – единица ...
- Амперметр включается в цепь ...
- Формула закона Джоуля-Ленца ...
- Ученые, опыты которых позволили измерить заряд электрона ...
- Электризация – это ...
- Положительный ион – это атом ...
- При трении стекла о шелк электроны переходят ...
- В ядре атома находятся ...
- Отрицательный ион – это атом ...
- Электроскоп – прибор для ...
- Единица силы тока ...
- Электрический ток направлен от ...
- Удельное сопротивление показывает, какое сопротивление имеет проводник длиной ...
- Формула сопротивления проводника ...
- В фотоэлементе ... энергия превращается в электрическую.
- Одноименные заряды ...

Второй конкурс «Аукцион»

В конкурсе участвуют все желающие. На обсуждение выставляются по очереди лоты (предметы, графики, плакаты). Задача учащихся – как можно больше сообщить о данном лоте. Информация, выдаваемая учащимися, должна быть дозирована и являться логически законченным высказыванием.

Лот 1. Эбонитовая палочка

(палочка кладется на предметный столик)

Возможные высказывания учащихся:

- Это физическое тело – эбонитовая палочка.
- Эбонит – это каучук с добавлением серы.
- При трении эбонитовой палочки о мех или шерсть она электризуется.
- Наэлектризованная палочка способна притягивать к себе мелкие листочки бумаги (демонстрируется).
- При электризации палочка заряжается отрицательно.
- При электризации электроны с меха переходят на палочку.
- Связь электронов с ядрами у меха слабее, чем у палочки.
- Если наэлектризованной палочкой коснуться электроскопа, он зарядится.
- Эбонит диэлектрик, т.е. он не проводит электрические заряды.
- Две заряженные эбонитовые палочки взаимно отталкиваются.

Лот 2. График зависимости силы тока от напряжения

На доске вывешивается плакат с графиком.

- Это – график зависимости силы тока от напряжения, построенный для двух проводников.
- По горизонтальной оси отложено напряжение в В, по вертикальной – сила тока в А.
- Зависимость прямо пропорциональна, т.к. графики – прямые, проходящие через точку О.
- Для 1-го проводника: при $U = 1$ В, $I = 1$ А.
- Сопротивление первого проводника равно ...
- Сопротивление второго проводника равно ...
- Сопротивление $R_2 > R_1$, т.к. чем выше сопротивление проводника, тем меньше угол наклона графика к горизонтальной оси.

Лот 3. Прибор вольтметр

- Это прибор для измерения электрического напряжения – вольтметр.
- Шкала проградуирована в В, и предел измерения напряжения равен ... В.
- Цена деления шкалы данного прибора – ...
- У прибора есть две клеммы для подключения в цепь. Одна с меткой «+», другая – с «–».
- Вольтметр включается в цепь параллельно тому участку цепи, где измеряется напряжение.
- Вольтметр включается в цепь с учетом полярности.

Лот 4. Плакат с изображением схемы строения иона гелия

Лот 5. Реостат

Лот 6. Амперметр

Лот 7. Формула закона Ома для участка цепи: формула

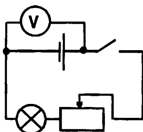


Рис. 166

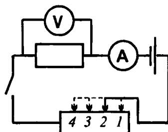


Рис. 167

Третий конкурс «Опыт! Опыт!»

Четыре участника, выбравшие этот конкурс, разбиваются на пары и получают экспериментальное задание.

Работая с лабораторным оборудованием, учащиеся письменно оформляют результаты своих измерений и сдают «научные работы» жюри.

Задание 1

На столе находятся источник тока, вольтметр, лампочка, реостат, соединительные провода и выключатель. Соберите электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. 166. Как изменяются показания вольтметра и накал лампочки при перемещении ползунка реостата?

Задание 2

На столе имеется электрическая цепь, собранная по схеме (см. рис. 167). Замкните цепь, измерьте силу тока и напряжение на резисторе при разных положениях (1, 2, 3, 4) ползунка реостата.

а) Представьте результаты измерений в виде таблицы.

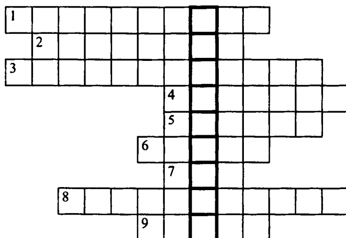
б) По полученным данным постройте график.

в) Сделайте вывод: как сила тока зависит от напряжения?

Четвертый конкурс «Для любителей кроссвордов»

Учащиеся, выбравшие этот конкурс, разбиваются на пары и в течение 15 мин разгадывают кроссворды, предложенные учителем на листках. Ответы сдаются жюри. Вместе с кроссвордами можно предложить задания типа «Назовите фамилию».

Кроссворд 1



1. Вещество, непроводящее электричество. 2 и 6. Ученые, опыты которых доказали существование электрона и позволили измерить его заряд. 3. Сооб-

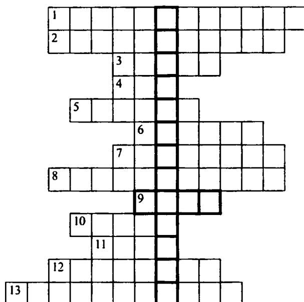
щение телу электрического заряда. 4 и 5. Частицы, из которых состоит ядро атома. 7. Атом, потерявший или присоединивший один или несколько электронов. 8. Прибор, служащий для обнаружения заряда. 9. Одно из веществ, испускающих альфа-частицы.

По вертикали в выделенном столбце: ученый, опыты которого лежат в основе ядерной модели строения атома.

(*Ответы*: 1. Диэлектрик. 2. Милликен. 3. Электризация. 4. Нейтрон. 5. Протон. 6. Иоффе. 7. Ион. 8. Электроскоп. 9. Радий.

По вертикали: Резерфорд.)

Кроссворд 2



1. Источник тока (элемент), в котором внутренняя энергия нагревателя превращается в электрическую. 2. Источник тока, в котором световая энергия непосредственно превращается в электрическую. 3. Чертеж, на котором изображен способ соединения электрических приборов в цепь. 4. Явление упорядоченного движения заряженных частиц. 5. Итальянский ученый, построивший первый источник тока. 6. Часть электрической цепи, служащая для соединения остальных ее частей. 7. Часть электрической цепи, в которой электрическая энергия потребляется, превращаясь в другой вид энергии. 8. Часть электрической цепи, служащая для замыкания и размыкания. 9. Соединение электрических проводов. 10. Место на источнике тока, к которому присоединена клемма для включения его в электрическую цепь. 11. Материал пластины простейшего химического источника тока, которая заряжена отрицательно. 12. Итальянский ученый, в честь которого названы элементы – химические источники тока. 13. Источник тока, требующий предварительной зарядки.

(*Ответы*: 1. Термоэлемент. 2. Фотоэлемент. 3. Схема. 4. Ток. 5. Вольта. 6. Провод. 7. Приемник. 8. Выключатель. 9. Цепь. 10. Полюс. 11. Цинк. 12. Гальвани. 13. Аккумулятор. *В выделенных клетках*: Электрическая цепь.)

Пятый конкурс «Люблю задачи я!»

Участники этого конкурса должны в течение 10 мин решить как можно больше задач. Условия записаны на карточках, которые выдаются по мере решения задач. По окончании конкурса листки с решениями сдаются жюри.

1. Начертите схему цепи, содержащей один гальванический элемент, электрический звонок и лампочку, причем каждый из потребителей можно включать отдельно. Каково направление тока в проводнике, соединяющем лампу с источником, когда ключ замкнут?

2. Какое количество электричества протечет в катушке гальванометра, включенного в цепь на 2 мин, если сила тока в цепи 12 мА? (*Ответ*: 1,44 Кл.)

3. При напряжении 1,2 кВ сила тока в одной из секций телевизора 50 мА. Чему равно сопротивление цепи этой секции? (*Ответ*: 24 кОм.)

4. Определите напряжение на концах проводника, сопротивление которого 20 Ом, если сила тока в проводнике 0,4 А. (*Ответ*: 8 В.)

5. Сопротивление 1 км проволоки 5,6 Ом. Определите напряжение на каждых 100 м проволоки, если сила тока в ней 7 мА. (*Ответ*: приемрно 3,9 мВ.)

6. В спирали электродвигателя, изготовленного из никелиновой проволоки площадью поперечного сечения 0,1 мм^2, при напряжении 220 В сила тока 4 А. Какова длина проволоки? (*Ответ*: 13,75 м.)

7. Электрическая плитка при силе тока 5 А за 30 мин потребляет 1080 кДж энергии. Рассчитайте сопротивление плитки. (*Ответ*: 24 Ом.)

Шестой конкурс «Викторина»

В викторине участвует весь класс. Каждый правильный ответ оценивается жетоном.

Вопрос 1

Зачем при перевозке горючих жидкостей к корпусу автоцистерны прикрепляют цепь, которая при движении волочится по земле?

(*Ответ*: При перевозке в автоцистернах горючие жидкости взбалтываются и электризуются. Чтобы избежать появления искр и пожара, используют цепь, которая отводит заряды в землю.)

Вопрос 2

Кому принадлежат слова: «Теперь я знаю, как выглядит атом»?

(*Ответ*: Эти слова принадлежат английскому физику Резерфорду, сказаны они в 1911 г.)

Вопрос 3

Что представляет собой молния?

(*Ответ*: Электрический разряд в атмосфере в виде линейной молнии представляет собой электрический ток, причем сила тока за 0,2–0,3 с, в течение которых длятся импульсы тока в молнии, меняется. Примерно 65% всех молний, наблюдаемых в нашей стране, имеют наибольшие силы тока 10000 А, но в редких случаях она достигает 230000 А.)

Вопрос 4

Кто изобрел электрическую лампочку накаливания?

(*Ответ*: Русский изобретатель – Александр Николаевич Лодыгин. Американский изобретатель Эдисон получил несколько лампочек Лодыгина: их привез в Америку один русский офицер. В конце 1879 г. Эдисон создал свою лампочку с винтовым цоколем и патроном, называемым эдисоновским. Все выданные Эдисону патенты были сформулированы лишь как предложения об усовершенствовании ранее запатентованной лампы Лодыгина.)

Вопрос 5

Чем объяснить, что птицы спокойно и совершенно безнаказанно усаживаются на провода?

(*Ответ*: Тело сидящей на проводе птицы представляет собой как бы ответвление цепи, сопротивление которого по сравнению с другой ветвью (коротким участком провода между ногами птицы) огромно. Поэтому сила тока в этой ветви (в теле птицы) ничтожна и безвредна. Но если бы птица, сидя на проводе, коснулась крылом или хвостом столба (или каким-нибудь другим образом соединилась с землей), она мгновенно была бы убита током, который устремился бы через ее тело в землю.)

Вопрос 6

В 1876 г. на улицах Парижа появились новые источники света. Помещенные в белые матовые шары, они давали яркий приятный свет. Почему новый свет назвали «русским светом», «русским солнцем»?

(*Ответ*: Создателем этих необычных «свечей» был русский изобретатель Павел Николаевич Яблочков. В короткое время чудесная «свеча» русского изобретателя завоевала всеобщее признание. «Свечами Яблочкова» освещались лучшие гостиницы, улицы и парки крупнейших городов Европы. «Свеча Яблочкова» представляет собой дуговую лампу, но без регуляторов.)

Итоги соревнования

Подводятся итоги конкурсов, определяются победители. Победителям вручаются ордена «Знаток электричества».

Урок 26 (вариант 2)

Обобщающий урок-игра по теме «Электрические явления»

Цели урока:

Повторить и обобщить знания об электрическом заряде, о взаимодействии заряженных тел, о существовании двух родов электрических зарядов; познакомить с явлением электризации.

Правила игры

За неделю до урока учащимся объявляется тема урока, основные задания по теме и список литературы для подготовки. При утверждении темы ставится проблема. После ее постановки учащимся становится ясно, что научный поиск по выбранной теме надо вести в двух направлениях: электризация – враг, и с нею нужно бороться, электризация – верный помощник человека. Капитаны команд по жребию определяют роль команды на уроке.

Ход урока

I. Вступительное слово учителя

Вы, конечно, знаете где живет электричество? В проводах, подвешенных на высоких мачтах, в комнатной электропроводке и еще в батарейке карманного фонаря. Но все это электричество домашнее, ручное. Человек его изловил и заставил работать.

А есть ли на свете электричество дикое, неприрученное? Такое, которое живет само по себе?

Да, есть. Оно вспыхивает ослепительным зигзагом в грозовых тучах. Оно светится на мачтах кораблей в душные тропические ночи. Но оно есть не только в облаках, и не только под тропиками. Тихое, незаметное, оно живет всюду, Даже у вас в комнате. Вы часто держите его в руках и сами об этом не знаете. Но его можно обнаружить.

Зимой, в хорошо натопленной комнате возьмите пластмассовый гребень и несколько раз проведите им по волосам. Вы услышите слабое потрескивание. Волосы встанут дыбом. Причесываясь в темноте, можно даже увидеть крошечные электрические искорки. Оторвите несколько маленьких клочков папиросной бумаги и поднесите к ним гребень. Клочки лежат спокойно. Но проведите гребнем по волосам – и бумажки станут притягиваться. Это явление (способность тел притягивать другие тела после того, как их натерли) называется электризацией тел. Об этом явлении было известно еще в VI в. до н. э. Свойство янтаря, говорят, было открыто дочерью Фалеса из Милета. Но теплый камень удивительной красоты, содержащий иногда внутри себя маленьких насекомых, обладал одним обычным, располагающим к философским настроениям свойствам – он мог – притягивать. Он притягивал пылинки, нити, кусочки папируса, и именно этим свойством определялись в древности названия янтаря у разных народов. Греки назвали его электроном, притягивающим к себе, римляне – харионсом, что означает грабителем, а персы – каубой, т.е. камнем, способным притягивать мякину. Так было открыто явление электризации тел. Что это такое, в чем заключаются положительные и отрицательные стороны?

II. Ответы команд

1-я команда. Мы считаем, что электризация – лишнее явление, и ее нужно искоренить из нашей жизни. Она приносит лишь страдания. Приведем пример: вчера посетитель универмага «Детский мир» был напуган женщиной, которая, по словам потерпевшей, уколола людей хитро спрятанным шприцем. При расследовании выяснилось, что никакого шприца не было. Колола синтетическая шуба. И кто виноват? Женщина? Шуба? Виновата электризация! Это из-за нее были напуганы посетители магазина. Искоренить ее!

Опыт 1

Прежде всего человека нужно изолировать от земли. Для этого он встает на изолированный столик и берется рукой за один из полюсов электрофонной машины. Расстояние между полюсами электрофонной машины должно быть не более 15 мм. Приведите в действие машину и зарядите человека. Учащиеся могут подходить к нему и прикасаться к любому участку тела, что вызывает появление электрических искр.

2-я команда. Мы не согласны. Дело в том, что вчера был сухой морозный день – воздух диэлектрик. Шубка при соприкосновении с окружающими предметами наэлектризовалась. Заряды накапливались, шуба стала искриться, и эти искры вызвали ощущение укола. Но погода меняется. Мы можем привести пример, доказывающий, что электризация явление полезное людям и особо точным производствам. Все машины из-за пыли преждевременно изнашиваются, а каналы их воздушного осаждения засоряются. Кроме того, часто пыль, улетающая с отходящими газами, представляет собой ценное сырье. Очистка промышленных газов стала необходимостью, и доказательством служит следующий опыт.

Опыт 2

В стеклянной трубке проходит вдоль стенки станиолевая лента, соединенная с положительным полюсом электрофонной машины, а по оси – подвешенная на изолированном стержне проволока с тяжелым грузом (проволока соединяется с отрицательным полюсом машины). «Трубка» ставится над кристаллизатором, наполненным небольшим количеством концентрированной соляной кислоты. Если палочку, смоченную в нашатырном спирте поднести к кислоте, то последняя начинает дымиться, и из «трубы» идет густой белый дым. Приводим в действие электрофонную машину, дым исчезает.

1-я команда. Пример убедительный. Придется в данном случае согласиться с вами. Мы как-то упустил из вида, что чистый воздух необходим и нам. Но как быть с таким фактом? Вы красиво оделись, пришли в кафе, в кинотеатр (не важно куда) и вдруг ваше платье наэлектризовалось, и вот результат: испорченный вечер, испорченное настроение. Разве здесь электризация не виновата?

Опыт 3

Электрический султан соединяется с одним из полюсов электрофонной машины. Машина приводится в движение. К султану приблизьте руку. Листочки прилипают к руке.

2-я команда. Мы считаем, что не надо винить электризацию, необходимо просто применять антистатики. Кроме того, надо пожелать, чтобы выпускали поменьше синтетических тканей.

Учитель: Итак, как бороться с электризацией?
- Повышение влажности;
- Установка вытяжных труб в полу при работе с горючими материалами;
- Заземление;
- Использование антистатиков.

Человек подобен аккумулятору. И заряжается он в юности. Заряжается энергией, знаниями, характером, отношением к жизни.

Учитель: Французский исследователь Шарль Дюфе в 1730 году изучал взаимодействие наэлектризованных тел. Дюфе заметил, что в одних случаях наэлектризованные тела взаимно притягиваются, а в других отталкиваются. Например, натертая стеклянная палочка отталкивается от другой такой же палочки, но притягивается к наэлектризованному стерженьку из смолы. Дюфе объяснил это явление тем, что существует два ряда электричества "стеклянное" и «смоляное». Тела, заряженные электричеством одного рода, взаимно отталкиваются, а при разноименных зарядах притягиваются. Более удачное обозначение двух родов электричества, сохранившееся до нашего времени в 1977 году дал известный американский физик и политический деятель Вениамин Франклин. Стеклянное, электричество было названо положительным, а смоляное – отрицательным.

В 1780 году итальянский анатом Луиджи Гальвани проводил, разнообразные опыты: влияние действия электричества на организм животных. Он показал, что для достижения эффекта необходимы металлы. Он показал, что при телах, не являющихся проводниками электричества, никакого воздействия на тела не возникало. Он показал, что разные металлы дают разные эффекты. Но он не обратил внимания на то, что эффект возникал только при наличии двух различных металлов.

Учитель: Посмотрите на картину и ответьте на вопрос.

Картина: палец, кошка, сургуч, металлический диск со стеклянной трубой..

Учитель: Да, это электрофор – прибор для опытов со статический электричеством. Прибор Вольта был очень прост. Он состоял из сургучной подушки, металлического диска со стеклянной ручкой, собственного пальца и кошки. Принцип действия электрофора, по сути дела, тот же, что и у современных школьных электрофарных машин, и состоит в том, что заряд, сообщенный сургучу при трении кошкой, может быть увеличен в произвольное число раз при повторении цикла опускания металлической плиты на сургуч и отведения ее назад. При этом палец экспериментатора служит тем мостиком, по которому из диска убегает при каждом цикле очередная порция зарядов «ненужного» противоположного знака. Электрофор – удобный прибор для получения мощных разрядов статистического электричества.

III. Вопросы на повторение:

– Как взаимодействуют одноименные электрические заряды? (*Отталкиваются*)
– С помощью какого прибора можно определить, что тело заряжено? (*Электроскоп*)
– Можно ли электрический заряд делить бесконечно? (*Нет*)
– Каково значение минимального заряда ? (*$1{,}6 \times 10^{-19}$ кл*)
– Как называется единица заряда в системе СИ? (*1 кулон*)
– Какой буквой обозначается напряженность электрического поля? (*E*)
– Если тело заряжено положительно чего больше, электронов или протонов? (*Протонов*)
– Древнегреческое название янтаря. (*Электрон*)
– Физическая величина, единица измерения которой названа в честь итальянского ученого Вольта. (*Напряжение*)
– Русский ученый, участвовавший в первых опытах исследования атмосферного электричества в России. (*Ломоносов*)
– Какие виды зарядов существуют в природе? (*Положительные, отрицательные*)
– Может ли быть элементарная частица без заряда? (*Да*)
– Может ли быть электрический заряд без частицы? (*Нет*)
– Могут ли два одноименных заряженных металлических шарика притягиваться друг к другу? (*Могут*)
– Бывали случаи, когда очень быстро поднимающий аэростат самопроизвольно загорался в воздухе. Чем это можно объяснить? (*Электризацией*)

IV. Подведение итогов

Учитель выставляет оценки за урок.

Глава II
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Урок 27
Постоянные магниты. Магнитное поле Земли

Цели урока:

Ввести понятие постоянного магнита. На практике получить картину силовых линий магнитного поля постоянного магнита.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Полосовой магнит (2 шт.), подковообразный магнит, магнитная стрелка на подставке (или компас), стальные скрепки, медный провод, карандаш (2 шт.), ластик, железные опилки (можно наточить из гвоздя напильником), кусок картона или белой бумаги размером в 2–3 длины полосовых магнитов.

Ход урока

I. Повторение по теме «Электрическое поле»

- Что такое электрическое поле?
- Чем отличается поле от вещества?
- Перечислите основные свойства электрического поля.
- Что указывают силовые линии электрического поля?
- Объясните, почему после сообщения электрическому султану заряда его бумажные полоски расходятся в разные стороны?

II. Новый материал

Каждый из нас с раннего детства слышал что-нибудь о магните. Многие держали его в руках, а у некоторых даже были игрушки, в которых использовались магниты.

Первые сведения о магнитах теряются в глубокой древности. В старинных летописях сохранилось упоминание о том, что в 1110 г. до н. э. в Китае были устройства (по-видимому магнитные), показывающие направление на юг.

Первые магниты были естественного происхождения. Оказалось, что это были куски руды – магнитного железняка (магнетита).

Еще в 1269 г. П. Перегрином была написана книга о магнитах, которая называлась «Письма о магнитах». В этой книге были собраны почти все известные в то время сведения о свойствах магнитов. П. Перегрин установил, что,

если потереть стальную спицу магнитом естественного происхождения, то спица тоже станет магнитом, или «намагнитится». Такие магниты получили название искусственных магнитов.

Если вставить в катушку с током стержень из закаленной стали, то в отличие от железного стержня он не размагничивается после выключения тока, а длительное время сохраняет намагниченность.

Тела, длительное время сохраняющие намагниченность, называются ***постоянными магнитами*** или просто ***магнитами***.

Те участки магнита, где обнаруживаются наиболее сильное магнитное действие, называют ***полюсами*** магнита. У всякого магнита, как и у известной нам магнитной стрелки, обязательно есть два полюса: ***северный*** (N) и ***южный*** (S).

Свойства магнитов:

а) Магнит обладает на разных участках различной притягивающей силой, на полюсах эта сила наиболее заметна.

б) Магнит имеет два полюса: северный и южный, – которые различны по своим свойствам.

в) Разноименные полюсы магнитов притягиваются, одноименные – отталкиваются.

г) При сильном нагревании магнитные свойства исчезают как у природных, так и у искусственных магнитов.

д) Магниты оказывают свое действие через стекло, кожу или воду.

Взаимодействие магнитов объясняется тем, что вокруг любого магнита существует ***магнитное поле***. Магнитное поле одного магнита действует на другой магнит и наоборот.

С помощью железных опилок можно получить представление о виде магнитного поля постоянного магнита.

Силовые линии магнитного поля – замкнутые линии. Вне магнита силовые линии выходят из северного полюса магнита и входят в южный, замыкаясь внутри магнита.

Земной шар тоже является магнитом. У него есть свои магнитные полюсы и магнитное поле. Именно это поле и заставляет стрелку компаса ориентироваться все время в определенном направлении.

Иногда внезапно возникают так называемые магнитные бури – кратковременные изменения магнитного поля Земли, которые сильно влияют на поведение стрелки компаса. Наблюдения показывают, что появление магнитных бурь связано с солнечной активностью.

Полеты межпланетных космических станций и космических кораблей на Луну и вокруг Луны позволили установить отсутствие у нее магнитного поля. Проведенные исследования не обнаружили магнитного поля у планеты Венера; у Марса имеется слабое магнитное поле.

III. Кратковременная лабораторная работа «Изучение свойств постоянных магнитов»

Указания к работе:

1. Уберите все магниты на один угол стола и убедитесь, что магнитная стрелка на игле или стрелка компаса все время ориентируется одинаково при выведении из равновесия. Вспомнив, где расположен север, а где юг, посмот-

рите, каким концом стрелка указывает на север (иногда магнитные стрелки, используемые на практических занятиях в школах, оказываются перемагниченными, и синий конец указывает на юг). Проверьте, притягивается ли к стрелке карандаш, канцелярские скрепки, ластик, пластмассовый корпус ручки, медный провод.

2. Найдя северный полюс стрелки, определите полюса полосовых и подковообразного магнитов. И опять же не стоит доверять окраске магнитов, самостоятельно установите, какой конец магнита отталкивает северный полюс стрелки. Обозначьте мелом северный и южный полюсы магнитов.

3. Положите лист картона на полосовой магнит, и равномерно посыпьте его железными опилками. Не сдвигая магнит и лист картона относительно друг друга, осторожно постучите по листу, чтобы опилки могли свободно перераспределиться. Следите, как выстраиваются опилки на картоне. После появления четкой картины, перерисуйте ее в тетрадь. Проанализируйте, как эта картина согласуется с полученной при помощи магнитной стрелки.

Объясните письменно, почему опилки выстраиваются, образуя скопления вдоль силовых магнитных линий.

IV. Закрепление изученного

- Какие тела называют постоянными магнитами?
- Что называют полюсами магнита?
- Какие из известных вам веществ притягиваются магнитом?
- Как взаимодействуют между собой полюсы магнитов?
- Как с помощью магнитной стрелки можно определить полюсы у намагниченного стального стержня?
- Как можно получить представление о магнитном поле магнита?

Домашнее задание

1. §21;
2. Задача 104;
3. Дополнительное задание: с помощью компаса установить, как расположен ваш дом относительно сторон света.

Урок 28
Магнитное поле тока

См. урок 35, урок 36 по программе А. В. Перышкина.

Урок 29
Электромагниты. Телеграфная связь

Цель урока:

Познакомить учащихся с устройством электромагнитов и их применением.

Оборудование:

Большой гвоздь, проволока, мелкие железные предметы, реостат, источник тока, магнитная стрелка, пустая катушка из-под ниток – на каждом столе.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Опишите опыт, в котором наблюдается действие электрического тока на магнитную стрелку.
- Что является источником магнитного поля?
- Как располагаются магнитные стрелки в магнитном поле прямолинейного тока?
- Что называют магнитными силовыми линиями?
- Какую форму имеют силовые линии магнитного поля прямолинейного тока?
- Сформулируйте первое правило правой руки.

II. Новый материал

Изучая тему «Постоянный ток», мы говорили, что наличие тока в цепи можно определить по его действию. Сегодня нас будет интересовать магнитное действие тока.

Магнитное поле можно усилить, если провод, по которому течет ток, свернуть в форме винтовой спирали. Такую катушку называют соленоидом.

- Возьмите пустую катушку из-под ниток и намотайте на нее проволоку.
- Соберите цепь из соленоида и источника тока. Поднесите к соленоиду магнитную стрелку. Что вы обнаружили? (*У соленоида есть магнитное поле.*)
- Как можно определить направление линий магнитного поля? (*Используя правило правой руки.*)
- Давайте увеличим количество витков соленоида. Что произойдет? (*При увеличении числа витков магнитное действие соленоида увеличивается.*)
- Введите внутрь катушки железный гвоздь. Что наблюдаете? (*Железный сердечник значительно усиливает магнитное действие соленоида.*)
- Теперь в цепь включите реостат и попробуйте изменить сопротивление цепи (таким образом меняем силу тока). Каков результат? (*При увеличении силы тока действие магнитного поля соленоида усиливается, при уменьшении силы тока – ослабляется.*)

Соленоид с железным сердечником называется электромагнитом. Электромагниты широко применяются в технике, мощные электромагниты, обладающие большой подъемной силой, используются на заводах.

III. Закрепление изученного

- В каком направлении устанавливается катушка с током, подвешенная на длинных тонких проводниках?
- Какое сходство имеет такая катушка с магнитной стрелкой?
- Какими способами можно усилить магнитное действие катушки с током?
- Что называется электромагнитом?
- Для какой цели используют на заводах электромагниты?
- Как устроен магнитный сепаратор зерна?

IV. Решение задач

Задача 1

Как расположены магнитные линии соленоида, подключенного к источнику тока? (См. рис. 168 а)

(*Решение*: Вспомним, что за положительное направление тока принято направление от положительного полюса источника к отрицательному. Покажем направление тока на чертеже (см. рис. 168 б).

Направление вектора магнитной индукции, а следовательно, и магнитного полюса соленоида можно определить по «правилу буравчика»: если ввинчивать в соленоид буравчик так, чтобы вращение ручки буравчика совпадало с направлением тока в соленоиде, тогда поступательное движение буравчика будет совпадать с направлением вектора магнитной индукции. Видно, что вектор магнитной индукции направлен справа налево. Учитывая, что за направление вектора магнитной индукции внутри соленоида принимается направление от южного полюса к северному, то слева – северный полюс соленоида, а справа – южный.

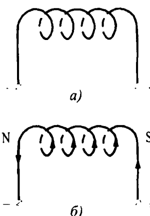


Рис. 168

Задача 2

В каком направлении должен протекать ток в соленоиде, чтобы наблюдалась ориентация магнитной стрелки, показанная на рисунке 169 а)?

(*Решение*: Так как разноименные полюсы магнитов притягиваются, можем определить полюсы соленоида: слева – южный, справа – северный (см. рис. 169 б)

Направление вектора магнитной индукции внутри соленоида – от южного полюса соленоида к северному. Применяя правило буравчика, определяем направление тока в соленоиде (буравчик в данном случае «вывинчивается» из соленоида).

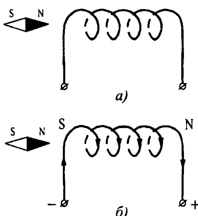


Рис. 169

Далее самостоятельно решаются задачи 105, 106, 107.

Домашнее задание

1. §23, 24;
2. Задачи 108, 109, 110.

Урок 30
Действие магнитного поля на движущийся заряд

Цель урока:

Ввести понятие силы Лоренца.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Что называется телеграфной связью?

– Опишите действие электрического телеграфа.
– Как работает телеграфный аппарат Морзе?
– Что такое телетайп?
– Что такое соленоид?
– Сформулируйте второе правило правой руки.
– Перечислите способы усиления магнитного действия катушки с током.
– Для каких целей используют магниты на заводах?
– Как работает магнитный сепаратор зерна?
– Как действует электрический звонок?

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Когда электрические заряды находятся в покое, то вокруг них обнаруживается …

а) электрическое поле;
б) магнитное поле;
в) электрическое и магнитное поля.

2. Как располагаются железные опилки в магнитном поле прямого тока?

а) беспорядочно;
б) по прямым линиям вдоль проводника;
в) по замкнутым кривым, охватывающим проводник.

3. Какие металлы сильно притягиваются магнитом?

а) чугун; б) никель;
в) кобальт; г) сталь.

4. Когда к магнитной стрелке поднесли один из полюсов постоянного магнита, то южный полюс стрелки оттолкнулся. Какой полюс поднесли?

а) северный;
б) южный.

5. Стальной магнит ломают пополам (см. рис. 170). Будут ли обладать магнитными свойствами концы А и В на месте излома магнита?

а) концы А и В магнитными свойствами обладать не будут;
б) конец А станет северным магнитным полюсом, а В – южным;
в) конец В станет северным магнитным полюсом, а А – южным.

6. К одноименным магнитным полюсам подносят стальные булавки (рис. 171). Как расположатся булавки, если их отпустить?

а) будут висеть отвесно;
б) головки притянутся друг к другу;
в) головки оттолкнутся друг от друга.

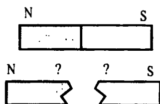


Рис. 170

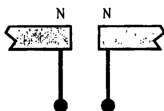


Рис. 171

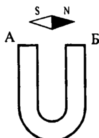


Рис. 172

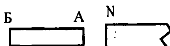


Рис. 173

7. Как направлены магнитные линии между полюсами дугообразного магнита (рис. 172)?
а) от А к Б;
б) от Б к А.

8. Северный магнитный полюс расположен у ... географического полюса, а южный – у ... .
а) ...южного, ... северного;
б) ...северного, ...южного.

Вариант II

1. К источнику тока с помощью проводов присоединили металлический стержень. Какие поля образуются вокруг стержня, когда в нем возникает ток?
а) одно лишь электрическое поле;
б) одно лишь магнитное поле;
в) электрическое и магнитное поля.

2. Что представляют собой магнитные линии магнитного поля тока?
а) замкнутые кривые, охватывающие проводник;
б) кривые, расположенные около проводника;
в) окружности.

3. Какое вещество из перечисленных ниже слабо притягиваются магнитом?
а) бумага;
б) сталь;
в) никель;
г) чугун.

4. Разноименные магнитные полюсы ..., а одноименные – ... .
а) ...притягиваются, ...отталкиваются;
б) ...отталкиваются, ...притягиваются.

5. Концом А стальной палочки прикоснулись к северному полюсу магнита (рис 173). Будут ли после этого обладать магнитными свойствами концы палочки?
а) не будут;
б) конец А станет северным магнитным полюсом, а В – южным;
в) конец В станет северным магнитным полюсом, а А – южным.

6. Как направлены магнитные линии между полюсами магнита, изображенного на рис. 174?
а) от А к Б;
б) от Б к А.

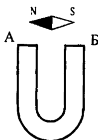


Рис. 174

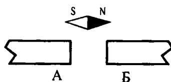


Рис. 175

7. К концу стального стержня притягиваются северный и южный полюсы магнитной стрелки. Намагничен ли он?

а) намагничен, иначе стрелка не притянулась бы;

б) определенно сказать нельзя;

в) стержень не намагничен, к намагниченному стержню притягивался бы только один полюс.

8. У магнитных полюсов расположена магнитная стрелка (рис. 175). Какой из этих полюсов северный и какой – южный?

а) А – северный, В – южный;

б) А – южный, В – северный;

в) А – северный, В – северный;

г) А – южный, В – южный.

III. Новый материал

Эксперимент 1

В плоской круглой кювете соосно разместим кольцевой и стержневой электроды. В кювету зальем электролит, и поставим ее на полюс постоянного магнита, дающего однородное магнитное поле.

Поверхность электролита посыпем тальком или деревянными опилками. Подсоединим электроды к источнику тока. Электролит приходит в движение (начинает вращаться). Сменим направление тока – направление вращения электролита также изменится на противоположное. То же произойдет, если сменить полюс магнита. Если в цепи нет тока, то и движение электролита прекращается. Вопрос: почему?

Ток в электролите образован встречным движением положительных и отрицательных ионов. Таким образом, чтобы электролит пришел в движение, на него должна действовать сила, и эта сила должна действовать на двигающиеся частицы, несущие как положительный, так и отрицательный заряды.

Силу, с которой магнитное поле действует на движущиеся заряженные частицы, называют силой Лоренца.

Направление силы Лоренца для положительно заряженных частиц определяют с помощью правила левой руки. Действуя под прямым углом к скорости частицы, сила Лоренца не может ни ускорить, ни замедлить ее движение, она лишь искривляет траекторию движения частицы, заставляя ее двигаться по кривой линии (дуге окружности).

Далее можно воспользоваться материалом к урокам 39 и 40 для программы А. В. Перышкина.

IV. Закрепление изученного

Вопросы для закрепления:

- На какие заряды способно действовать магнитное поле?
- Какую силу называют силой Лоренца?
- Как устроен кинескоп телевизора?
- Сформулируйте правило левой руки.
- Опишите опыт, в котором с помощью магнитного поля можно получить электрический ток?
- Как устроен генератор постоянного тока?
- Что такое электромагнитная индукция?

Решение задач

Задачи 111, 114, 115.

Домашнее задание

1. §25;
2. Задачи 112, 116.

Урок 31
Действие магнитного поля на проводник с током

См. уроки 35, 36, 37 по программе А. В. Перышкина.

Урок 32
Лабораторная работа 4
«Наблюдение действия магнитного поля на ток»

Цели урока:

Показать, что на рамку с током действует магнитное поле; описать практическое применение данного явления.

Оборудование:

Штатив с муфтой и лапкой, источник питания, проволочный моток, дугообразный магнит, ключ, соединительные провода.

Ход урока

I. Лабораторная работа

1. Соберите установку, показанную на рисунке в учебнике. Поднеся к проволочному мотку магнит, замкните цепь. Обратите внимание на характер магнитного взаимодействия.

2. Поднесите к мотку магнит другим полюсом. Как изменился характер взаимодействия мотка и магнита?

3. Повторите опыт, расположив магнит с другой стороны мотка.

4. Расположите проволочный моток между полюсами магнита так, как показано в учебнике. Замкнув цепь, наблюдайте, что произойдет. Сделайте выводы.

II. Новый материал

Новый материал учащиеся самостоятельно изучают по §27 учебника и отвечают на вопросы после параграфа.

Домашнее задание

Письменно оценить, чему научились при выполнении лабораторной работы, что нового узнали о действии электрических приборов.

Урок 33
Электромагнитное поле

См. уроки 43 и 44 по программе А. В.Перышкина.

Урок 34
Лабораторная работа 5 «Изучение электромагнита», Лабораторная работа 6 «Изучение модели электродвигателя»

Цели урока:

Собрать электромагнит из готовых деталей и на опыте проверить, от чего зависит его магнитное действие. Ознакомиться с основными деталями модели электродвигателя.

Оборудование:

Источник питания, реостат, ключ, соединительные провода, компас, детали для сборки электромагнита; модель электродвигателя.

Ход урока

Указания к лабораторной работе 5

1. Соберите электрическую цепь из источника питания, катушки, реостата и ключа, соединив все последовательно. Замкните цепь и с помощью компаса определите магнитные полюсы у катушки.

2. Отодвиньте компас вдоль оси катушки на такое расстояние, на котором действие магнитного поля катушки на стрелку компаса становится незначительным. Вставьте железный сердечник в катушку и наблюдайте действие магнита на стрелку. Сделайте вывод.

3. Изменяйте с помощью реостата силу тока в цепи и наблюдайте действие электромагнита на стрелку. Сделайте вывод.

4. Соберите дугообразный магнит из готовых деталей. Катушки электромагнита соедините между собой последовательно так, чтобы на их свободных концах получились разноименные магнитные полюсы. Определите с помощью компаса где расположен северный, а где – южный полюс магнита.

Указания к лабораторной работе 6

1. Подключите к модели электродвигателя источник питания, приведя тем самым его в движение. Если двигатель не работает, найдите причины и устраните их.

2. Измените направление тока в цепи. Заметьте, как изменилось направление вращения электродвигателя.

Примечания: Подвижная часть электродвигателя называется *якорем*. Электромагнит, создающий магнитное поле, в котором вращается якорь, называют *индуктором*.

Домашнее задание

Письменно оценить, чему научились при выполнении лабораторной работы, что нового узнали о действии электрических приборов.

Наблюдая движение игрушечного транспортного средства с электродвигателем, опишите устройство механизма, преобразующего электрическую энергию в механическую энергию поступательного движения.

Урок 35
Повторение и обобщение по теме «Электромагнитные явления»

Цель урока:

Коррекция знаний и умений по теме «Электромагнитные явления».

Ход урока

Класс делится на группы, каждая группа получает карточку с заданием, выбирает необходимое оборудование и выполняет работу. Менее подготовленным учащимся может быть дана полная или частичная инструкция.

Задание 1

Изготовить простейший электромагнит, намотав на железный гвоздь 70–100 витков тонкого изолированного провода. Нарисуйте схему цепи. Собрав цепь, определите магнитные полюсы у электромагнита. Ответ проверьте магнитной стрелкой. Проверьте, от чего зависят магнитные свойства электромагнита.

Задание 2

Выяснить с помощью компаса, намагничено ли данное бритвенное лезвие, если да, то определить его полюса. Размагнитить лезвие, поместив пинцетом в пламя спиртовки. На опыте убедитесь, что лезвие действительно размагничено.

Задание 3

Проверить, будет ли магнит притягивать мелкие гвозди через картон, стекло, жесть, листовой алюминий. Сделать вывод из опытов. Можно ли с помощью компаса определить полюс магнита, если он лежит в закрытой картонной коробке, в железной коробке, в подкрашенной воде, в песке.

Ответы объясните и проверьте на опыте. Сделайте вывод.

Задание 4

Намагнитить иглу так, чтобы ушко оказалось северным полюсом, а острие – южным. Воткнуть иглу в корковую пробку и опустить в стакан с водой так, чтобы игла плавала вертикально, северным полюсом вверх. На опытах выяснить, как будет вести себя пробка с иглой, если поднести магнит на уровне северного полюса иглы, на уровне южного полюса, если магнит повернуть

на 180°, поставить вертикально так, чтобы пробка оказалась между полюсами магнита. Объясните все наблюдаемые явления.

Задание 5

Изготовьте постоянный магнит.

Указания: Внутрь катушки поместите два стальных стержня и включите ток, а затем, спустя некоторое время, выключите его. Находящиеся рядом концы стержней пометьте, достаньте стержни из катушки и подвесьте их за середины на нитях. Приближая стержни, можно обнаружить, что одноименными концами они отталкиваются, а разноименными – притягиваются.

Задание 6

Докажите, что на основе постоянного магнита можно изготовить чувствительный магнитный индикатор.

Указания: Стальную спицу введите в катушку с током и намагнитьте. Намагниченную спицу подвесьте за середину на нити. Независимо от начального расположения, спица повернется вдоль меридиана так, что ее концы будут указывать на север и юг.

Задание 7

Докажите, что существует точка Кюри, т.е. такая температура, при которой теряются магнитные свойства.

Задание 8

Докажите, что кожух из ферромагнетика экранирует магнитное поле. Объясните опыт.

Указание: К магнитной стрелке поднесите постоянный магнит так, чтобы она несколько отклонилась. Магнит закройте толстым кожухом из мягкого железа. При этом магнитная стрелка сразу вернется в исходное положение, ориентируясь вдоль меридиана. Результат объясняется тем, что существенная часть силовых линий магнитного поля концентрируется внутри железного кожуха. Однако полного исчезновения магнитного поля (в отличие от электростатической экранировки) не происходит.

Домашнее задание

Подготовиться к контрольной работе.

Урок 36
Контрольная работа по теме «Электромагнитные явления»

Цель урока

Проверка знаний и умений учащихся по теме «Электромагнитные явления».

Ход урока

Вариант I

1. Укажите направление силовых линий магнитного поля соленоида, задав самостоятельно направление тока в нем или показав, как включен источник тока в цепь соленоида.

– Какое правило и каким образом вы применили? Опишите подробно.

– Что может произойти с этим соленоидом, если его подвесить на штативе и поднести к одному из его концов постоянный магнит? Изобразите ситуацию схематически.

2. В однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно листу тетради к вам, влетает положительно заряженная частица с горизонтально направленной скоростью 10^6 м/с и начинает двигаться по окружности радиусом 1 см под действием силы, равной $1{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н.

– Определите направление силы и ускорения, укажите траекторию частицы. Может ли эта сила изменить кинетическую энергию частицы?
– Найдите значение ускорения частицы.
– Определите, что это за частица.

3. В вакууме распространяется электромагнитная волна частотой 200 кГц.

– Чему равен период колебаний?
– Какова длина волны?
– Сравните перечисленные выше характеристики с полученными для случая распространения этой волны в воде (известно, что ее скорость уменьшится в 1,3 раза).

Вариант II

1. Укажите направление электрического тока в витках соленоида, задав самостоятельно направление силовых линий магнитного поля внутри него.

– Какое правило и каким образом вы применили?
– Что может произойти с этим соленоидом, если его подвесить на штативе и поднести к одному из его концов постоянный магнит? Изобразите ситуацию схематически.

2. В однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно листу тетради от вас, влетает в горизонтальном направлении электрон со скоростью $5 \cdot 10^6$ м/с и начинает двигаться по окружности радиусом 0,2 см.

– Определите направление силы и ускорения, укажите траекторию частицы. Может ли эта сила изменить кинетическую энергию частицы?
– Найдите значение ускорения частицы.
– Найдите значение силы Лоренца двумя способами.

3. В воде распространяется электромагнитная волна с периодом колебаний $4 \cdot 10^{-6}$ с.

– Чему равна частота электромагнитных колебаний?
– Какова длина волны?
– Сравните перечисленные выше характеристики с полученными для случая распространения этой волны в вакууме (известно, что ее скорость увеличится в 1,3 раза).

Глава III
ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Урок 37
Свет. Распространение света в однородной среде

Цели урока:

Познакомить учащихся с естественными и искусственными источниками света. Разъяснить закон прямолинейного распространения света. Объяснить природу солнечных и лунных затмений. Изучить условия образования теней и полутеней.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Две одинаковые парафиновые свечи, экран, линейка, карандаш, спички.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

Перед началом изучения новой темы необходимо проанализировать результаты контрольной работы, ответить на возникшие по работе вопросы, разобрать наиболее часто допускаемые ошибки.

II. Изучение нового материала

В краткой вступительной беседе учитель должен рассказать учащимся о значении света в познании человеком окружающего мира. Благодаря органу зрения, человек видит окружающий мир, осуществляет связь с окружающей средой, может работать и отдыхать. От того, как освещаются предметы, зависит продуктивность труда. Без достаточного освещения растения не могут нормально развиваться. Знание закономерностей световых явлений позволяет конструировать различные оптические приборы, которые находят широкое применение в практической деятельности человека.

Лучшая иллюстрация значению световых явлений в жизни человека – «минутный» эксперимент: предложите учащимся на одну минутку закрыть глаза и представить себе «жизнь во тьме»!!!

Что же такое свет? Все тела состоят из атомов (или молекул). Но как в гитарной струне нет звука, так в атоме нет света. Состояние атома, когда его энергия минимальна, называют нормальным (или невозбужденным). В таком

состоянии атом не излучает энергии. Всякое другое состояние атома с энергией, отличной от минимальной, называют ***возбужденным***. В возбужденном состоянии атом может находиться в течение 10^{-8} *с*. Переход атома из возбужденного состояния в нормальное сопровождается излучением электромагнитных волн. Таким образом:

Свет – это электромагнитное изучение, воспринимаемое глазом по зрительному ощущению.

Учитель задает вопрос:

– Чем отличается излучение утюга или кипятильника от излучения электрической лампы накаливания?

Источником света называют тела, способные излучать свет. Всякое светящееся тело состоит из огромного числа «элементарных» излучателей. Таким образом, оптическое излучение источников света представляет собой набор излучений отдельных атомов и молекул.

Демонстрируя учащимся различные источники света (горящую спичку, свечку, светящуюся лампочку), учитель сообщает, что существуют ***естественные*** и ***искусственные*** источники света.

Естественные источники света – это Солнце, звезды, атмосферные заряды, а также светящиеся объекты животного и растительного мира (светлячки, гнилушки и пр.)

Искусственные источники света, в зависимости от того, какой процесс лежит в основе получения излучения, разделяют на ***тепловые*** и ***люминесцирующие***.

– Приведите примеры естественных и искусственных источников света.

Поскольку свет – электромагнитное излучение и ему присущи все свойства электромагнитных волн, то все задачи оптики можно решить на основе волновых представлений. Но это требует применения весьма громоздкого математического аппарата. Однако при решении задач на построение изображений в зеркалах и линзах и при расчете оптических приборов ученые пользуются геометрическими методами. Эти методы составляют содержание ***геометрической оптики***, которую иначе называют ***лучевой оптикой***.

Основными понятиями геометрической оптики являются пучок и луч. Причем эти понятия нельзя отождествлять. Пучок света можно наблюдать, а луч только чертить на бумаге:

- цилиндрические или конические каналы, внутри которых распространяется свет, называются ***световыми пучками***;
- ***лучом*** называется геометрическая линия, указывающая на направление переноса световой энергии.

Теперь очевидны различия данных физических понятий с такими их образно-литературными «аналогами», как «лучи Солнца», «луч света упал на стол», «Катерина – луч света в темном царстве» и т.д.

Не существует бесконечно узких световых пучков; пучок света всегда имеет конечную ширину. Луч – это как бы ось пучка, а не сам пучок.

Геометрическая оптика базируется на трех законах:

а) закон прямолинейного распространения света;

б) закон отражения света;

в) закон преломления света.

Свет в однородной среде распространяется прямолинейно – так формулируется закон прямолинейного распространения света.

– Какие примеры вы можете привести для подтверждения прямолинейного распространения света?

Оптически однородной считается такая среда, в которой свет распространяется с постоянной скоростью. Если имеются две среды, в которых свет распространяется с различными скоростями, то среду, где свет распространяется с меньшей скоростью называют ***оптически более плотной***, а среду, где свет распространяется с большей скоростью – ***оптически менее плотной***.

Тень и полутень. Прямолинейность распространения света подтверждается образованием ***тени***. Если взять небольшой источник света, экран и между ними поместить непрозрачный предмет, то на экране появится темное изображение его очертаний – тень.

Тень – область пространства, в которую не попадает световая энергия от источника света.

– Почему образование тени служит доказательством прямолинейности распространения света?

Проводя опыт, мы не учитывали размеры источника света. Источник света, размеры которого малы по сравнению с расстоянием до экрана, называют ***точечным источником света***. Если же мы возьмем больший источник света, то на экране вокруг тени образуется еще и полутень.

Полутень – область пространства, в которую световая энергия от источника света попадает частично.

Образованием тени и полутени объясняются солнечные и лунные затмения. При солнечном затмении полная тень от Луны падает на Землю. Из этого места Земли Солнца не видно. Когда Луна, вращаясь вокруг Земли, попадает в ее тень, то наблюдается лунное затмение.

В заключение урока можно рассказать о практическом использовании закона прямолинейного распространения света (строительство, прокладка дорог, определение высоты предметов и т.д.)

III. Кратковременная лабораторная работа

1. Поставьте две одинаковые свечи на расстоянии 50–60 см от экрана. Посредине между экраном и свечами вертикально поместите линейку. Зажгите свечи. Что получилось на экране? Зарисуйте в тетради, что у вас получилось в результате эксперимента. Укажите на рисунке область тени и полутени.
2. Произвольно перемещайте экран и линейку. Зафиксируйте изменения очертаний теней и полутеней. Запишите результат наблюдений.
3. Погасите одну свечу. Изменилось ли при этом изображение на экране? Если изменилось, то как?
4. Поместите экран на расстоянии 50–60 см от зажженных свечей. Между экраном и свечами поместите карандаш: сначала вертикально, а затем на экран. Какова разница в формах теней и полутеней? Почему?
5. Сделайте вывод об условиях образования тени и полутени. Запишите вывод в тетрадь.

Домашнее задание

1. §29 учебника; вопросы и задания к параграфу;
2. Экспериментальное задание к параграфу (стр. 80).

Приложение к уроку

Развитие взглядов на природу света и первые открытия в области физической оптики

В древности представления о природе света были весьма примитивными, фантастическими и к тому же весьма разнообразными. Однако, несмотря на разнообразие взглядов древних на природу света, уже в то время наметились три основных подхода к решению вопроса о природе света. Эти три подхода в последующем оформились в две конкурирующие теории – корпускулярную и волновую теории света.

Подавляющее большинство древних философов и ученых рассматривало свет как некие лучи, соединяющие светящееся тело и человеческий глаз. При этом одни из них полагали, что лучи исходят из глаз человека, они как бы ощупывают рассматриваемый предмет. Эта точка зрения имела сначала большое число последователей. Даже такой крупнейший ученый, как Евклид, придерживался ее. Формулируя первый закон геометрической оптики, закон прямолинейного распространения света, Евклид писал: «Испускаемые глазами лучи распространяются по прямому пути». Такого же взгляда придерживался Птолемей и многие другие ученые и философы.

Однако позже, уже в средние века, такое представление о природе света теряет свое значение. Все меньше становится ученых, следующих этим взглядам. И к началу XVII века эту точку зрения можно считать уже забытой.

Другие, наоборот, считали, что лучи испускаются светящимся телом и, достигая человеческого глаза, несут на себе отпечаток светящегося предмета. Такой точки зрения придерживались атомисты Демокрит, Эпикур, Лукреций.

Эта точка зрения уже позже, в XVII веке, оформилась в корпускулярную теорию света, согласно которой свет есть поток частиц, испускаемых телом.

Третья точка зрения на природу света была высказана Аристотелем. Он рассматривал свет не как истечение чего-то от светящегося предмета в глаз и тем более не как некие лучи, исходящие из глаза и ощупывающие предмет, а как распространяющееся в пространстве (в среде) действие или движение.

Мнение Аристотеля в его время мало кто разделял. Но в дальнейшем, опять же в XVII веке, его точка зрения получила развитие и положила начало волновой теории света.

В XVII веке в связи с развитием оптики вопрос о природе света вызывает все больший и больший интерес. При этом формируются две противоположные теории света: корпускулярная и волновая.

Для развития корпускулярной теории света была более благоприятная почва. Действительно, для геометрической оптики представление о том, что свет есть поток особых частиц, было вполне естественным. Прямолинейное распространение света хорошо объяснялось с точки зрения этой теории. Также хорошо объяснялся и закон отражения света. Да и закон преломления не противоречил этой теории. Общее представление о строении вещества также не вступало в противоречие с корпускулярной теорией света. В основе бывших тогда представлений о строение вещества лежала атомистика. Все тела состоят из атомов. Между атомами существует пустое пространство. В частности тогда считали, что межпланетное пространство является пустым. В нем и распространяется свет от небесных тел в виде потоков световых час-

тиц. Поэтому вполне естественно, что в XVII веке было много физиков, которые придерживались корпускулярной теории света.

В XVII веке, как уже было сказано, начинает развиваться и представление о волновой природе света. Родоначальником волновой теории света можно считать Декарта. Декарт был противником существования пустого пространства. В связи с этим он не мог считать свет потоком световых частиц. Свет, по Декарту, это нечто вроде давления, передающегося через тонкую среду от светящегося тела во все стороны. Если тело нагрето и светится, это значит, что его частицы находятся в движении и оказывают давление на частицы той среды, которая заполняет все пространство. Эта среда получила название эфира. Давление распространяется во все стороны и, доходя до глаза, вызывает в нем ощущение света.

Такова точка зрения Декарта на природу света. Нужно только отметить, что в своем сочинении, посвященном специально оптике, Декарт пользуется и корпускулярной гипотезой. Но это, как он сам говорит, сделано для того, чтобы его рассуждения были более понятны. Поэтому неправы те, кто на основе только этого сочинения зачисляют Декарта в сторонники корпускулярной теории света. Ученые XVII и XVIII века это хорошо понимали и считали Декарта родоначальником волновой теории света.

Конечно, у Декарта нет еще представления о световых волнах. Он представлял себе свет как распространяющееся движение, или импульс в эфире. Но важнее то, что Декарт рассматривает свет уже не как поток частиц, а как распространение давления, или движение импульса и т.п. Декарт пришел к отказу от корпускулярной теории света чисто умозрительным путем. Никаких опытных данных, которые говорили бы за волновую теорию света, тогда еще не было. Первое открытие, свидетельствующее о волновой природе света, было сделано итальянским ученым Франческо Гримальди (1618–1663). Оно было опубликовано в 1665 г. после смерти ученого.

Гримальди заметил, что если на пути узкого пучка световых лучей поставить предмет, то на экране, поставленном сзади, не получится резкой тени. Края тени размыты, кроме того, вдоль тени появляются цветные полосы. Открытое явление Гримальди назвал дифракцией, но объяснить его правильно не сумел. Он понимал, что наблюдаемое им явление находится в противоречии с законом прямолинейного распространения света, а вместе с тем и с корпускулярной теорией. Однако он не решился полностью отказаться от этой теории. Свет, по Гримальди, распространяющийся световой флюид (тонкая неощутимая жидкость). Когда свет встречается с препятствием, то оно вызывает волны этого флюида. Гримальди привел аналогию с волнами, распространяющимися по поверхности воды. Подобно тому, как вокруг камня, брошенного в воду, образуется волна, так и препятствие, помещенное на пути света, вызывает в световом флюиде волны, которые распространяются за границы геометрической тени.

Следующий шаг в развитии волновой теории света был сделан Гюйгенсом. Гюйгенс работал над волновой теорией света в 70-х годах XVII века. В это время он написал «Трактат о свете», содержание которого доложил Парижской академии наук. Однако опубликовал он это сочинение позже, в 1690 г., уже после того, как стали известны работы Ньютона по оптике.

Гюйгенс полагал, что все мировое пространство заполнено тонкой неощутимой средой – эфиром, который состоит их очень маленьких упругих шариков. Эфир также заполняет пространство между атомами, образующими обычные тела.

Распространение света, по Гюйгенсу, есть процесс передачи движения от шарика к шарику, подобно тому, как распространяется импульс вдоль стальных шаров, соприкасающихся друг с другом и вытянутых в одну линию.

Урок 38
Отражение света

Цель урока:

Познакомить учащихся с особенностями распространения света на границе раздела двух сред, дать им сведения о законах, которым подчиняется это явление.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- Что такое свет?
- Как называется раздел физики, изучающий световые явления?
- Что представляет собой луч света (в физическом смысле)?
- В чем состоит суть закона прямолинейного распространения света?
- Приведите примеры: а) естественных; б) искусственных источников света.
- Как доказать, что свет в однородной среде распространяется прямолинейно?
- Кем и когда был впервые сформулирован закон прямолинейного распространения света?
- Объясните, в каком случае предмет отбрасывает резкую тень, а в каком – тень и полутень?
- Как Аристотель определил, что Земля имеет форму шара?

II. Изучение нового материала

Объяснение нового материала необходимо начать с демонстрации явлений, происходящих на границе раздела двух сред, например, воздух–стекло. Учитель обращает внимание учеников на то, что при падении пучка света на границу раздела двух сред пучок раздваивается: одна его часть возвращается в первую среду (и это явление называется ***отражением света***), а другая – проникает во вторую среду, изменив свое направление (это явление называется ***преломлением света***).

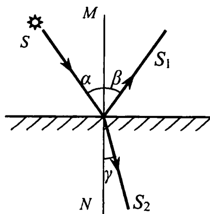


Рис. 176

Каждый пучок на рис. 176 представлен центральным лучом:

S – падающий луч;
S_1 – отраженный луч;
S_2 – преломленный луч;
α – угол падения;
β – угол отражения;
γ – угол преломления.

Далее на уроке рассматривается только отражение света. Различают ***диффузное*** и ***зеркальное*** отражение. Диффузно отражают шероховатые (матовые) поверхности, при этом отраженные лучи распространяются во все стороны более или менее равномерно (каждая точка поверхности отражает свет только в «своем» направлении). Зеркально свет отражается от полированных поверхностей (свет отражается в строго определенном направлении). Для человека важны оба вида отражения. В самом деле, трудно представить себе жизнь без зеркал. Однако представьте себе зеркальный экран в кинотеатре. Все ли зрители одинаково хорошо видят изображение на нем?

– Приведите примеры диффузного и зеркального отражений.

Законы отражения света. На основании экспериментов можно сделать выводы:

а) луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к отражающей поверхности в точке падения;

б) угол падения равен углу отражения: $\alpha = \beta$.

Падающий и отраженный лучи могут меняться местами. Это свойство лучей называется ***обратимостью*** световых лучей:

Если точечный объект и его изображение поменять местами, то лучевая картина отражения не изменится; изменится при этом лишь направление лучей.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно рассмотреть решения ряда задач по изученной теме:

1. Чему равен угол падения лучей на плоское зеркало, если угол между лучом и зеркалом равен 30°?

2. Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и отраженным равен 40°?

3. На плоское зеркало падают два луча, угол между которыми 10°. Каким будет угол между отраженными лучами?

4. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения в 4 раза больше, чем угол между падающим лучом и зеркалом. Чему равен угол отражения?

5. Солнечные лучи падают под углом 60° к горизонту. Как нужно расположить плоское зеркало, чтобы отраженные лучи осветили дно глубокого колодца? Сделайте схематический рисунок, поясняющий ваше решение.

Домашнее задание

1. §31 учебника; вопросы к параграфу;
2. Задачи 130, 132, 134.

Приложение к уроку

Первые шаги в развитии геометрической оптики

В оптике, так же как и в механике, первые шаги были сделаны уже в древности. Тогда были открыты два закона геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света и закон отражения света. К познанию этих законов древние пришли, вероятно, очень давно. Опыт повседневной жизни: наблюдение тени, перспективы, применение метода визирования при измерении земельных площадей и при астрономических наблюдениях – приводил древних, во-первых, к понятию луча света, а во-вторых, к понятию прямолинейного распространения света. Наблюдая затем явление отражения света, в частности, в металлических зеркалах, которые были хорошо известны в то время, древние пришли к пониманию закона отражения света.

Указанные два закона были описаны знаменитым греческим ученым Евклидом, жившим в III веке до нашей эры. С помощью этих законов Евклид объяснил целый ряд наблюдаемых явлений и, в частности, явлений отражения света от плоских и даже сферических зеркал.

Исследованием отражения света плоскими и сферическими зеркалами занимался и другой знаменитый ученый древности – Архимед, живший также в III веке до нашей эры. Он знал свойство вогнутого сферического зеркала собирать световые лучи в фокусе. Об этом сообщается в сочинениях ученых древности: Архимед знал, «почему вогнутые зеркала, помещенные против солнца, зажигают подложенный трут». Архимеду даже приписывают изобретение специальных зажигательных устройств из вогнутых зеркал, с помощью которых он будто бы сжег вражеский флот. Это, конечно, легенда. Но то, что Архимед знал зажигательное свойство вогнутого зеркала, это факт.

В средние века оптика продолжала развиваться на Востоке, а затем и в Европе. Однако каких-либо новых существенных результатов за этот длительный период в жизни человечества получено не было. Единственным важным достижением за это время было изобретение в XIII веке очков. Но это изобретение существенным образом не повлияло на развитие теоретической оптики.

Следующим важным изобретением, сыгравшим очень большую роль в последующем развитии оптики, было создание зрительной трубы. Зрительная труба была изобретена не одним человеком. Возможно, что еще великий итальянский художник Леонардо да Винчи в самом начале XVI века пользовался зрительной трубой. Имеются сведения и о других ученых и изобретателях, которые также пришли к этому изобретению. Однако решающий шаг в изобретении зрительной трубы был сделан Галилеем.

В 1609 г. Галилей построил зрительную трубу. Свое изобретение он использовал как телескоп для наблюдения небесных тел и сделал при этом целый ряд важнейших открытий, которые дали ему возможность выступить в защиту учения Коперника. Однако Галилей не занимался теоретическими исследованиями по оптике. Он даже не разработал теорию действия изобретенной им зрительной трубы.

Основы теории простейших оптических инструментов разработал великий немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571–1630). Еще в 1604 г. он написал работу, в которой изложил основы геометрической оптики.

Разработав теорию построения изображения в оптических приборах, Кеплер ввел новые понятия: «фокус» и «оптическая ось». Эти понятия применяются в оптике и в настоящее время.

Следующим важным шагом в развитии оптики было открытие закона преломления света. Закон преломления света был установлен голландским ученым Снеллиусом, но он его даже не опубликовал. Этот закон был опубликован Декартом в 1637 г. Теперь геометрическая оптика, фундамент которой заложил Кеплер, могла развиваться дальше.

Урок 39
Построение изображения в плоском зеркале

Цели урока:

Раскрыть учащимся особенности зеркального и диффузного отражения света. Научить применять законы отражения для построения изображения в плоском зеркале.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

- Что такое плоскость падения луча?
- Какой угол называют углом падения? Углом отражения?
- Чему равен угол падения, если луч падает на зеркало перпендикулярно к его поверхности?
- Сформулируйте закон отражения света.
- Какое свойство называют обратимостью световых лучей?

II. Самостоятельная работа

Вариант I

1. Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и отраженным равен 60°?

2. Угол между падающим лучом и плоским зеркалом равен углу между падающим лучом и отраженным. Чему равен угол падения?

3. Почему окна домов днем всегда кажутся более темными, чем стены дома, даже если стены окрашены в темный цвет?

4. В утренние и предвечерние часы отражение Солнца в спокойной воде ослепительно яркое, а в полдень его можно рассмотреть, не жмурясь. Объясните это явление.

Вариант II

1. При каком угле падения угол между падающим лучом и отраженным равен 60°?

2. Угол падения луча на плоское зеркало увеличили от 30° до 45°. Как изменится угол между падающим и отраженным лучом?

3. Справедлив ли закон отражения света в случае падения света на лист бумаги?

4. Юный рыбак, сидя на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение утреннего Солнца. Куда переместится это изображение, если он будет наблюдать его стоя?

III. Изучение нового материала

Зеркально отражающую поверхность называют ***плоским зеркалом***, если падающий на нее пучок параллельных лучей после отражения остается параллельным.

Все зеркала можно отнести к приборам, которые изменяют направление распространения или конфигурацию светового пучка (рекомендуется обратить внимание учащихся на тот факт, что падающий пучок света имеет вершину – светящуюся точку, из которой исходят лучи света, а отраженный пучок такой вершины не имеет).

Точки, в которых пересекаются световые лучи (или их продолжения), исходящие из точечного источника света называются ***изображениями*** этого источника света.

Изображение S_1 точечного источника S – ***мнимое*** изображение (см. рис. 177). Термин «мнимое» выражает тот факт, что там, где мы видим это изображение, пучки света на самом деле не сходятся, и лишь свойство нашего глаза собирать на сетчатке расходящиеся пучки света дает ощущение видимости «мнимой» светящейся точки. Световая энергия в эту точку не поступает.

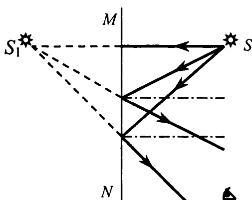


Рис. 177

Легко доказать, что точки S и S_1 симметричны.

Следует подчеркнуть, что в плоском зеркале изображение предмета – мнимое, прямое, равное по размеру предмету – находится на таком же расстоянии от зеркала за ним, как и сам предмет перед зеркалом.

При этом «правое» преобразуется в «левое» и наоборот, а «верх» и «низ» не меняются местами.

3. В заключение урока необходимо научить ребят строить изображение точки и предмета в плоском зеркале и находить область видения предмета в плоском зеркале.

IV. Решение задач

С целью закрепления изученного материала оставшуюся часть урока желательно посвятить решению задач. Некоторые задачи могут быть разобраны у доски, другие – даны для самостоятельного решения.

Задача 1

Человек приближается к зеркалу со скоростью 0,5 *м/с*. С какой скоростью он приближается к своему изображению?

Задача 2

Существует ли в зеркале ваше изображение, если вы сами не видите себя в зеркале? Если да, то как можно в этом убедиться?

Задача 3

На столе лежит зеркало. Как изменится изображение люстры в этом зеркале, если закрыть половину зеркала? Как изменится область, из которой можно увидеть изображение люстры?

Задача 4

Три точки, расположенные на одной прямой, отражаются в плоском зеркале. Будут ли изображения этих точек расположены на одной прямой.

Задача 5

Постройте изображение треугольника *ABC* в плоском зеркале (рис. 178). Определите графически область видения изображения.

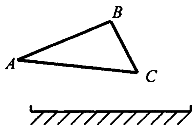


Рис. 178

Домашнее задание

1. §32 учебника;
2. Выполнить экспериментальное задание;
3. Задачи 133, 135.

Урок 40
Преломление света

Цели урока:

Углубить и систематизировать знания учащихся об особенностях распространения света на границе раздела двух сред. Познакомить учащихся с законами преломления света.

Ход урока

I. Письменная проверочная работа

В начале урока целесообразно провести письменную проверочную работу по теме «Изображение в плоском зеркале»:

Вариант I

1. Какие (печатные) буквы алфавита не изменяются при отражении в плоском зеркале?

2. Как изменится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение?

3. Постройте изображение предмета *AB* в плоском зеркале (рис. 179). Определите графически область видения этого предмета в зеркале.

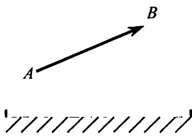


Рис. 179

Вариант II

1. Человек приближается к плоскому зеркалу со скоростью 1 *м/с*. С какой скоростью нужно удалять зеркало от человека, чтобы расстояние между человеком и его изображением не менялось?

2. Каковы особенности изображения, получаемого с помощью плоского зеркала?

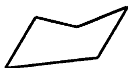


Рис. 180

3. Постройте изображение многоугольника в плоском зеркале (рис. 180). Определите графически область видения изображения.

II. Изучение нового материала

Ранее уже говорилось, что при падении пучка света на границу раздела двух сред пучок раздваивается: одна его часть возвращается в первую среду (и это явление называется ***отражением*** света), а другая – проникает во вторую среду, изменив свое направление (это явление называется ***преломлением*** света).

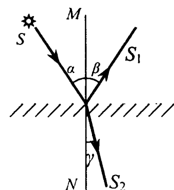


Рис. 181

Предварительное замечание: В учебнике С.В. Громова для 9 класса нет формул для закона преломления и показателя преломления (они даны в 11 классе). По этой причине учитель при объяснении материала также может их не давать, а ограничиться рассмотрением явления преломления света на качественном уровне. С другой стороны, в написании закона преломления в 9 классе ничего предосудительного нет: ведь ученики уже знакомы с определением синуса угла (из курса математики). В пункте IV данного урока (Решение задач) звездочкой указаны задачи, которые требуют знания формулы для закона преломления.

Используя демонстрационный эксперимент и чертеж (рис. 181), учитель формулирует законы преломления света:

а) луч падающий и луч преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к границе раздела двух сред в точке падения;

б) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для данных двух сред есть величина постоянная, зависящая только от оптических свойств этих сред:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n_{2,1},$$

где $n_{2,1}$ – ***относительный показатель преломления*** второй среды относительно первой.

Абсолютный и относительный показатели преломления. Если обозначить скорость распространения света в первой среде v_1, а во второй – v_2, то:

$$n_{1,2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Показатель преломления вещества относительно вакуума называется ***абсолютным показателем преломления***. Следовательно: $n_1 = \dfrac{c}{v_1}$, $n_2 = \dfrac{c}{v_2}$.

Откуда: $n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$, где n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления первой и второй сред.

Вопросы учащимся:

- От чего зависит абсолютный показатель преломления?
- В каком случае относительный показатель преломления больше единицы? меньше единицы?

Среда, в которой скорость света меньше, называется ***оптически более плотной*** средой. Если $n_2 < n_1$ – вторая среда оптически ***менее плотная***, $\beta < \gamma$.

Ход лучей при преломлении света также имеет свойство ***обратимости***:

Если точечный объект и его изображение поменять местами, то лучевая картина преломления не изменится; изменится при этом лишь направление лучей.

Интересное явление можно наблюдать при распространении света из среды с большей оптической плотностью в среду с меньшей оптической плотностью. Если постепенно увеличивать угол падения, то при некотором его значении (меньше 90°) угол преломления станет равным 90°. При дальнейшем увеличении угла падения падающий луч уже будет отражаться в ту среду, из которой пришел. Это явление получило название ***полного внутреннего отражения***.

III. Закрепление изученного

- Что такое преломление света?
- Какая среда является оптически более плотной: лед или кварц?
- Почему наблюдателю, смотрящему сверху на воду, глубина водоема кажется меньше, чем на самом деле?
- Какой будет казаться глубина реки, если в действительности она равна 2 м?
- Чему равен угол падения луча, если преломленный луч перпендикулярен границе раздела сред?
- Какой угол называют углом преломления?
- Чему равняется скорость света в вакууме?

IV. Решение задач

Задача 1

Угол падения луча из воздуха в стекло равен 0°. Чему равен угол преломления?

Задача 2

Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред. Угол падения равен 40°, угол между отраженным лучом и преломленным 110°. Чему равен угол преломления?

Задача 3

Угол падения равен 30°, угол между падающим лучом и преломленным 140°. В какой среде луч распространялся вначале: в оптически более плотной или менее плотной?

Задача 4*

На дне аквариума с водой лежит плоское зеркало. На поверхность воды падает луч. Нарисуйте примерный ход луча, если угол падения равен 50°. Под каким углом к поверхности воды луч снова выйдет в воздух?

Задача 5*

На горизонтальном дне водоема, имеющего глубину 1,2 *м*, лежит плоское зеркало. Луч света падает на поверхность воды под углом 30°. На каком расстоянии от места падения этот луч снова выйдет на поверхность воды после отражения от зеркала? Показатель преломления воды 1,33.

Домашнее задание

1. §33 учебника;
2. Выполнить экспериментальное задание;
3. Задачи 139, 140.

Урок 41
Линзы

Цель урока:

Дать знания о линзах, их физических свойствах и характеристиках.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

- Какое явление называется преломлением света? В чем его суть?
- Какие наблюдения и опыты наводят на мысль об изменении направления распространения света при переходе его в другую среду?
- В каком случае угол преломления луча равен углу падения?
- Какой угол – падения или преломления – будет больше в случае перехода луча света из воздуха в стекло?
- Почему, находясь в лодке, трудно попасть копьем в рыбу, плавающую невдалеке?
- Любой водоем, дно которого хорошо видно, всегда кажется мельче, чем в действительности. Почему?
- Почему изображение предмета в воде всегда менее ярко, чем сам предмет?
- Если посмотреть на окружающие тела через теплый воздух, поднимающийся от костра, то они кажутся «дрожащими». Почему?

II. Изучение нового материала

Явление преломления света лежит в основе действия *линз* и многих оптических приборов, служащих для управления световыми пучками и получения оптических изображений.

Линза обычно – это оптически прозрачное тело, ограниченное сферическими поверхностями. Существует два вида линз: а) выпуклые и б) вогнутые.

Выпуклые линзы бывают: двояковыпуклыми, плосковыпуклыми, вогнутовыпуклыми.

Вогнутые линзы могут быть: двояковогнутыми, плосковогнутыми, выпукловогнутыми.

В школьном курсе физики изучаются так называемые ***тонкие линзы***.

Линза, толщина которой много меньше радиусов кривизны ее поверхностей, называется тонкой линзой.

Линзы, которые преобразуют пучок параллельных лучей в сходящийся и собирают его в одну точку называют ***собирающими*** линзами. Линзы,

которые преобразуют пучок параллельных лучей в расходящийся – ***рассеивающими***.

Основные параметры и действие собирающей линзы рекомендуется изучать с помощью двояковыпуклой цилиндрической линзы. Для этого пучок света направляют на двояковыпуклую линзу и наблюдают собирающее действие такой линзы: каждый луч из падающего на линзу пучка света после преломления ею отклоняется от своего первоначального направления, приближаясь к главной оптической оси.

Затем поясняется ход световых пучков через собирающую линзу. Демонстрируя собирающее действие двояковыпуклой линзы, важно обратить внимание учащихся на то, что указанное отклонение лучей собирающей линзой имеет место всегда при любом угле падения луча на линзу. Это утверждение подтверждается опытом, в котором светящаяся точка перемещается вдоль главной оптической оси по направлению к линзе. Описанные здесь опыты естественным образом подводят учащихся к понятиям главного ***фокуса*** и ***фокусного расстояния*** линзы.

Расстояние от оптического центра линзы до ее главного фокуса называют фокусным расстоянием линзы. Обозначают его буквой F, как и сам фокус.

Далее поясняется ход световых пучков через рассеивающую линзу. Аналогичным образом рассматривается вопрос о действии и параметрах рассеивающей линзы. Легко убедиться, что независимо от расположения светящейся точки по отношению к двояковогнутой линзе, последняя всегда формирует только расходящийся пучок света. Нетрудно убедиться также, что угол раствора сформированного вогнутой линзой пучка света всегда оказывается больше угла раствора пучка, падающего на линзу. Именно поэтому рассматриваемая линза и называется рассеивающей.

Основываясь на экспериментальных данных, можно сделать вывод: ***фокус рассеивающей линзы мнимый***.

Вопросы учащимся:

- Почему фокус рассеивающей линзы называется мнимым?
- Чем отличается действительное изображение точки от мнимого?
- По какому признаку можно узнать: собирающая эта линза или рассеивающая, если судить только по форме?

Обобщая результаты приведенных выше опытов, целесообразно обратить внимание учащихся на то, что действие линз различной конфигурации (плосковыпуклая, плосковогнутая, вогнутовыпуклая и т.д.) в конечном счете, бывает либо собирающим, либо рассеивающим. Если средняя часть линзы толще, чем ее края, то линза будет собирающей, а если наоборот, то – рассеивающей.

После демонстрации хода лучей через выпуклые и через вогнутые линзы можно графически показать основные параметры линз:

- оптический центр линзы;
- оптические оси линзы и главную оптическую ось линзы;
- главные фокусы линзы (действительные и мнимые) и фокальную плоскость.

Кроме фокусного расстояния F, линзы часто характеризуют оптической силой (D):

$$D = \frac{1}{F}$$

При этом F обязательно выражают в метрах. Оптическую силу измеряют в диоптриях:

$$1 \text{ дптр} = 1 \text{ м}^{-1}.$$

Т.е. 1 дптр – это оптическая сила линзы с фокусным расстоянием $F = 1$ м.

Оптическая сила собирающих линз $D > 0$, т.к. $F > 0$. Для рассеивающих линз $D < 0$, т.к. $F < 0$.

Практический интерес представляет случай нескольких близкорасположенных линз. В этом случае оптическая сила системы линз равна сумме (обязательно с учетом знака) оптических сил отдельных линз:

$$D_{\text{сист}} = D_1 + D_2 + \ldots$$

Доказательство этого факта выходит за рамки программы 9 класса. Однако учитель легко может показать справедливость этой формулы, подобрав собирающую и рассеивающую линзы с практически одинаковыми по величине оптическими силами. Сложив их вместе, мы получим в результате обычное плоское стекло: никакого увеличения или уменьшения рассматриваемого предмета наблюдаться не будет.

III. Закрепление изученного

- Почему выпуклую линзу называют собирающей?
- Почему вогнутую линзу называют рассеивающей?
- Почему в солнечный летний день нельзя поливать цветы в саду?
- Склеив два выпуклых стекла от часов, можно получить воздушную выпуклую линзу. Если такую линзу поместить в воду, то будет ли она собирающей линзой?

Домашнее задание

1. §34;
2. Выполнить экспериментальное задание;
3. Задачи 141–144.

Урок 42
Лабораторная работа 7
«Измерение фокусного расстояния и оптической силы линзы»

Цели урока:

Определение фокусного расстояния и оптической силы линзы; формирование практических навыков и умений.

Оборудование:

Собирающая (двояковыпуклая) линза, экран, линейка.

Ход урока

Указания к работе

1. Расположив линзу между окном и экраном, получите на экране резкое изображение какого-нибудь удаленного предмета (здания за окном, дерева или, в крайнем случае, окна кабинета или находящейся как можно дальше от вас осветительной лампы).

2. Измерьте расстояние от линзы до полученного изображения. Это и есть (приблизительно) фокусное расстояние F линзы. Выразите полученный результат в сантиметрах и метрах.

3. Рассчитайте оптическую силу D линзы. В каких единицах она измеряется?

Домашнее задание

Письменно оцените, чему научились при выполнении лабораторной работы. В случае необходимости завершите оформление отчета по работе.

Урок 43
Построение изображений, даваемых линзой

Цель урока:

Сформировать практические умения применять знания о свойствах линз для нахождения изображений графическим методом.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

С целью повторения пройденного, а также проверки глубины усвоения знаний учащимися, в начале урока целесообразно провести фронтальный опрос по изученной теме:

- Что такое линза? Каковы ее свойства?
- Что называется главной оптической осью линзы?
- Какую точку называют фокусом линзы?
- Что такое фокусное расстояние линзы?
- Как по внешнему виду линз можно узнать, у какой из них короче фокусное расстояние?
- Что называют оптической силой линзы?
- В каком случае оптическая сила линзы положительна, а в каком – отрицательна?
- В каких единицах измеряется оптическая сила линзы?

II. Изучение нового материала

Изучение вопроса о получении изображения светящейся точки предлагаем начать с постановки демонстрационного эксперимента. На экране отчетливо видно, что пучок, сформированный линзой, трансформируется из сходящегося в расходящийся. В месте наибольшего сужения преломленного линзой пучка и обнаруживается изображение светящейся точки.

Далее с учащимися обсуждается вопрос о том, как изменяется положение изображения светящейся точки при ее смещении относительно главной оптической оси. Для этого вначале светящаяся точка перемещается из «бесконечности» вдоль главной оптической оси по направлению к центру линзы и показывается, как при этом изменяется положение изображения, в каких случаях оно будет действительным, а в каких – мнимым.

Затем демонстрируется, куда смещается изображение, если светящаяся точка располагается выше (ниже) главной оптической оси.

Из описанных опытов следует, что по мере приближения светящейся точки к фокусу линзы расстояние от изображения до линзы увеличивается. Уча-

щиеся убеждаются в том, что изображение светящейся точки будет действительным в тех случаях, когда эта точка будет расположена перед фокусом линзы. Если светящаяся точка находится между фокусом и линзой, то ее изображение будет мнимым, так как в этом случае исходящий из светящейся точки пучок света не преобразуется линзой в сходящийся.

Аналогично демонстрируются опыты по получению изображения светящейся точки с помощью рассеивающей линзы. На основании этих опытов легко убедиться, что рассеивающая линза дает только мнимое изображение.

Демонстрационные эксперименты завершаются выводами:

а) точечный объект и его изображение всегда лежат на одной оптической оси;

б) луч, падающий на линзу параллельно оптической оси, после преломления через линзу проходит через фокус, соответствующий этой оси;

в) луч, проходящий через фокус до собирающей линзы, после линзы распространяется параллельно оси, соответствующей этому фокусу;

г) луч, параллельный оптической оси, пересекается с ней после преломления в фокальной плоскости.

Руководствуясь вышеизложенными выводами, учитель объясняет учащимся условия, при которых возникает то или иное изображение, и свойства каждого из них (здесь d – расстояние предмета до линзы; F – фокусное расстояние линзы).

Предмет находится за двойным фокусным расстоянием линзы: **d > 2F**

Линза дает уменьшенное, перевернутое, действительное изображение предмета, лежащее по другую сторону от линзы между ее фокусом и двойным фокусом (см. рис. 182).

Предмет находится на двойном фокусном расстоянием линзы: **d = 2F.**

Линза дает равное, перевернутое, действительное изображение предмета, лежащее по другую сторону от линзы на двойном фокусном расстоянии (рис. 183).

Предмет находится между фокусом линзы и ее двойным фокусом: **F < d < 2F**

Линза дает увеличенное, перевернутое, действительное изображение предмета, расположенное по другую сторону от линзы за двойным фокусным расстоянием (см. рис. 184).

Предмет помещен в фокус линзы: **d = F.**

Изображение предмета будет размытым (см. рис. 185).

Предмет находится между линзой и ее фокусом: **d < F.**

Изображение предмета увеличенное, мнимое, прямое и расположено по ту же сторону от линзы, что и предмет (см. рис. 186).

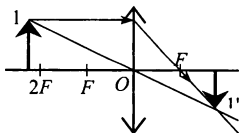


Рис. 182

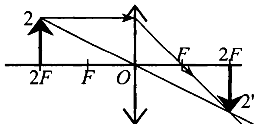


Рис. 183

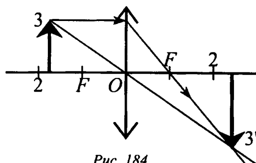


Рис. 184

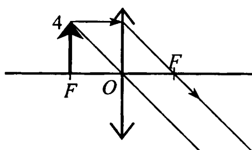


Рис. 185

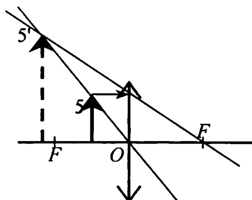


Рис. 186

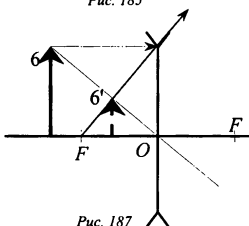


Рис. 187

Рассматривая ***изображения, даваемые рассеивающей линзой*** (рис. 187), делается вывод, что линза не дает действительных изображений, т.к. лучи, прошедшие сквозь нее, расходятся: при всех положениях предмета линза дает уменьшенное, мнимое, прямое изображение, лежащее по ту же сторону от линзы, что и предмет.

III. Решение задач

Для закрепления и более глубокого усвоения материала конец урока желательно посвятить решению задач по изученной теме:

Задача 1

С помощью линзы на экране получено изображение пламени свечи. Изменится ли, и как, это изображение, если половину линзы закрыть непрозрачным экраном?

Задача 2

На рис. 188 показаны главная оптическая ось *MM* линзы, предмет *AB* и его изображение A_1B_1. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.

Задача 3

Определите построением положение фокусов линзы, если задана главная оптическая ось и ход произвольного луча (рис. 189).

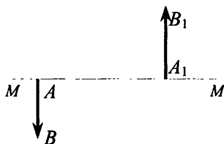
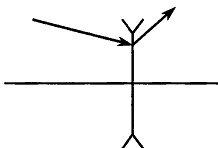


Рис. 188


Рис. 189

Домашнее задание

1. §35;
2. Задачи 147, 148.

Урок 44
Решение задач на построение изображений, полученных при помощи линз

Цель урока:

Научить учащихся строить ход лучей в линзах, производить анализ изображений, полученных с помощью линз.

Ход урока

Усвоению и закреплению знаний, умений и навыков построения изображений, даваемых линзами помогает подбор интересных задач различного типа. Ниже приводится примерный список задач, из которых учитель может выбрать те, которые он считает необходимыми для данного урока.

Задача 1

Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и ее фокусы, если MM – главная оптическая ось линзы, A – светящаяся точка, A_1 – ее изображение (рис. 190). Определите также тип линзы и тип изображения.

Задача 2

Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы (рис. 191). Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.

Задача 3

Постройте изображение наклонной стрелки AB (рис. 192), проходящей через фокус собирающей линзы.

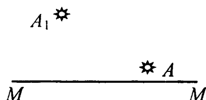


Рис. 190

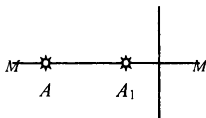


Рис. 191

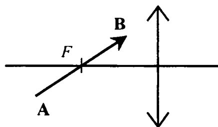


Рис. 192

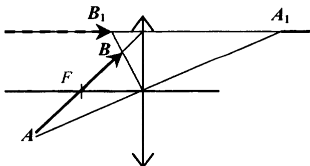


Рис. 193

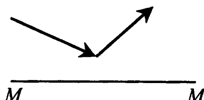


Рис. 194

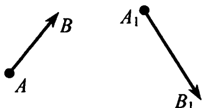


Рис. 195

Решение: Действительное изображение отрезка *AF* и мнимое изображение отрезка *FB* находятся по разные стороны от линзы (рис. 193). Обе части изображения уходят на бесконечность. Заметим теперь, что если из *любой* точки стрелки выходит луч в направлении линии от *A* к *B*, то после преломления от идет по прямой, проходящей через точку С параллельно главной оптической оси линзы. Значит, изображения *всех* точек стрелки лежат на этой прямой. Дальнейшие построения уже не сложны.

Задача 3

На рис. 194 показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы *MM*. Определите положение линзы и ее фокусов.

Задача 4

На рис. 195 показано положение предмета *AB* и его изображения A_1B_1. Найдите построением положение линзы и расположение ее фокусов.

Задача 5

Где на оптической оси собирающей линзы должен находится точечный источник света, чтобы из одной точки пространства нельзя было одновременно увидеть источник и его изображение?

Задача 6

Три светящиеся точки, находящиеся по одну сторону линзы, расположены вдоль одной прямой, причем ни одна из точек не лежит в фокальной плоскости линзы. Будут ли изображения этих точек в линзе тоже расположены вдоль одной прямой? Обоснуйте свой ответ.

Домашнее задание

1. Повторить §35;
2. Задачи Л–1598, Л–1602.

Урок 45
Лабораторная работа 8
«Получение изображения при помощи линзы»

Цель урока:

Экспериментально научиться получать изображения, даваемые линзой, определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы. Формировать экспериментальные умения и навыки.

Оборудование:

Источник питания, собирающая линза, лампа с колпачком на подставкс, ключ, экран, измерительная лента, соединительные провода.

Ход урока

Указания к работе

1. Измерьте фокусное расстояние F линзы, после чего рассчитайте удвоенное фокусное расстояние 2F. Результаты измерений и вычислений занесите в тетрадь.
2. Соберите электрическую цепь из лампы, ключа и источника питания. Поместив линзу на середину стола, расположите лампу на таком расстоянии d от нее, которое превышало бы фокусное более чем в 2 раза ($d > 2F$). Перемещая экран, получите на нем разное изображение контуров прорези, имеющейся в колпачке лампы. Измерьте расстояние f от линзы до изображения.
3. Расположите лампу на таком расстоянии d от линзы, чтобы $F < d < 2F$. Снова получите на экране различные изображения контуров прорези в колпачке лампы. Измерьте новое расстояние f от линзы до изображения.
4. Заполните таблицу:

№	*F*, см	*d*, см	*f*, см	характер изображения

Домашнее задание

Письменно оцените, чему научились при выполнении лабораторной работы. В случае необходимости завершите оформление отчета по работе.

Урок 46
Оптические приборы. Фотоаппарат

Цели урока:

Показать учащимся, каким образом исследование оптических явлений способствовало развитию умений управлять ходом световых лучей и конструированию различных оптических приборов. Выявить особенности зрения человека.

Оборудование (для кратковременной лабораторной работы):

Плоское зеркало, линейка, бумажная трубка длиной 20 см.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

- От чего зависит характер изображения, даваемого собирающей линзой?
- Каким является изображение предмета, расположенного за двойным фокусом собирающей линзы? Рассеивающей линзы?
- Каким является изображение предмета, находящегося между фокусом и двойным фокусом собирающей линзы?
- Каким является изображение предмета, расположенного между собирающей линзой и ее фокусом?

– Где должен находится предмет, чтобы его изображение в собирающей линзе было равным самому предмету?
– Каким является изображение предмета, даваемое рассеивающей линзой?

II. Кратковременная лабораторная работа «Особенности зрения человека»

1. Повернитесь лицом к свету и посмотрите в зеркало на свой зрачок.
2. Отвернитесь от света и опять посмотрите на свой зрачок в зеркале. Что вы наблюдали? Объясните наблюдаемое явление.
3. Закройте глаз на несколько секунд. Затем повернитесь лицом к свету и откройте глаза, глядя в зеркало. Что происходит со зрачком? Почему?
4. Держите линейку перед глазами на расстоянии около 30 см. Смотрите мимо линейки на противоположную стену. Хорошо ли видны цифры на шкале линейки? Далее посмотрите на линейку. Как теперь видны цифры? А хорошо ли видна противоположная стена?
5. Выберите на противоположной стене какую-нибудь отметку. Не двигая головой, выполните следующие задания:
   а) Найдите отметку правым глазом (левый глаз закрыт). Заметьте, какую часть стены вы видите. Это – поле зрения правого глаза.
   б) Определите поле зрения левого глаза. Совпадают ли поля зрения правого и левого глаз?
   в) Посмотрите на отметку двумя глазами. Насколько увеличилась видимая область?
6. Сделайте бумажную трубку длиной около 20 см. Посмотрите на выбранную отметку через трубку. Как изменилось поле зрения?
7. Держа в вытянутой руке колпачок от ручки, закройте один глаз и попробуйте попасть ручкой в колпачок. Легко ли это сделать? Попробуйте выполнить тот же опыт с обоими открытыми глазами. Удалось ли вам это сделать?
8. Сделайте вывод о значении зрения двумя глазами.

III. Изучение нового материала

Все оптические приборы можно разделить на две группы:

а) приборы, при помощи которых получают оптические изображения на экране (проекционные аппараты, фотоаппараты, киноаппараты и др.);

б) приборы, которые действуют только совместно с человеческим глазом и не образуют изображений на экране (лупа, микроскоп и различные приборы телескопической системы). Такие приборы называют ***визуальными***.

Фотоаппарат

Фотография была изобретена в 30-х годах XIX века и прошла долгий путь развития. Современная фотография, ставшая малоформатной, моментальной, цветной, стереоскопической, нашла широчайшее применение во всех областях нашей жизни. Велика ее роль в исследовании природы. Фотография позволяет рассматривать различные объекты (от микроскопических до космических), невидимые излучения и т.д. Всем известно значение художественной фотографии, детищем которой является кино.

Основными частями фотоаппарата являются непрозрачная камера и система линз, называемая объективом. Простейший объектив представляет собой одну собирающую линзу. Объектив создает вблизи задней стенки камеры действительное перевернутое изображение фотографируемого предмета. В

большинстве случаев предмет находится на расстоянии, большем двойного фокусного, поэтому изображение получается уменьшенным. В том месте, где получается изображение, помещается фотопленка или фотопластинка, покрытая слоем светочувствительного вещества – фотоэмульсией.

Фотографируемые предметы могут находиться на разных расстояниях от аппарата, следовательно, расстояние между объективом и пленкой также необходимо изменять, что осуществляется обычно перемещением объектива.

Световая энергия, попадающая на светочувствительный слой, дозируется фотографическим затвором, который дает доступ свету лишь на определенное время – время экспозиции. Время экспозиции зависит от чувствительности фотоэмульсии и от освещенности пленки, которая зависит, в частности, от диаметра объектива. Диаметр действующей части объектива можно менять с помощью диафрагмы и этим регулировать освещенность фотопленки.

Но диафрагма играет еще и другую роль. Уменьшая отверстие диафрагмы, можно добиться того, что изображение предметов, находящихся на различных расстояниях от аппарата, будут достаточно четкими. Возрастет, как говорят, глубина резкости.

Проекционные аппараты

С помощью проекционных аппаратов на экране получают действительное увеличенное изображение рисунков, чертежей, фотографий и т.п.

Проектирование прозрачных объектов (диафильмов, диапозитивов) называется диапроекцией, непрозрачных объектов (рисунков, фотографий, чертежей) – эпипроекцией.

Следует подробно остановиться на роли ***конденсора*** (короткофокусной линзы). Роль конденсора заключается в создании на экране равномерно освещенного поля, позволяющего получить изображение диапозитива без искажения контрастности его частей.

Лупа

Лупой называется двояковыпуклая линза с небольшим фокусным расстоянием (от 10 до 1 см). Лупа является простейшим прибором, позволяющим увеличить угол зрения.

Наш глаз видит только те предметы, изображение которых получается на сетчатке. Чем больше изображение предмета на участке или чем под большим углом зрения мы рассматриваем этот предмет, тем отчетливее его различаем. Многие предметы малы и видны с расстояния наилучшего зрения под углом зрения, близким к предельному. Лупа увеличивает угол зрения, а также и изображение предмета на сетчатке глаза, поэтому видимые размеры предмета увеличены по сравнению с его действительными размерами.

Микроскоп

Для получения больших угловых увеличений (порядка несколько сот) применяют ***микроскоп***. Прибор состоит из двух систем линз: ***объектива*** и ***окуляра***. Предмет располагается непосредственно за фокусом объектива, при помощи которого достигается действительное увеличенное изображение.

Необходимо подчеркнуть, что принцип действия микроскопа сводится к последовательному увеличению угла зрения сначала объективом, а затем окуляром.

Телескопы

Назначение телескопа – собрать как можно больше света от исследуемого объекта и увеличить его видимые угловые размеры.

Основной оптической частью телескопа служит ***объектив***, который собирает свет и создает изображение источника.

Если объектив телескопа представляет собой линзу или систему линз, то телескоп называют ***рефрактором***, а если вогнутое зеркало – то ***рефлектором***.

Собираемая телескопом световая энергия зависит от размеров объектива. Чем больше площадь его поверхности, тем более слабые светящиеся объекты можно наблюдать в телескоп. Изображение небесного объекта, построенное объективом, можно либо рассматривать через линзу, называемую окуляром, либо фотографировать.

IV. Решение задач

Если учащиеся хорошо усвоили изучаемый материал, то в сильном классе можно в конце урока решить одну-две задачи на оптические приборы и оптические системы.

Задача 1

Устройство фотоаппарата очень напоминает устройство глаза, однако «наводка на резкость» в фотоаппарате и в глазу происходит по-разному. В чем заключается это различие?

Задача 2

Какова высота изображения человека на пленке, если рост человека 1,8 *м*, а съемка производится с расстояния 3 *м*? Считайте, что объектив можно рассматривать как одну собирающую линзу с фокусным расстоянием 50 *мм*.

Задача 3

При космической фотосъемке с высоты 100 *км* используют объектив с фокусным расстоянием 50 *см*. Каковы размеры полученного на фотопленке изображения школьного двора размерами 50х50 *м*?

Домашнее задание

1. §36;
2. Выполнить экспериментальное задание;
3. Задачи 145, 146.

Урок 47

Проверочное тестирование по теме «Оптические явления»

Цель урока:

Проверка знаний и умений учащихся по теме «Оптические явления».

Ход урока

1. При каких условиях за непрозрачным телом наблюдается одна тень с четкими границами?

а) если свет идет от яркого источника любых размеров;

б) если свет идет от слабого источника любых размеров;

в) если источник света один и малых размеров;
г) если источник света один, но больших размеров.

2. На вершине Останкинской телевизионной башне в Москве горит яркая электрическая лампа. Почему свет от нее нельзя увидеть во Владивостоке даже в самый большой телескоп в совершенно ясную погоду?
а) световые лучи под действием силы тяжести постепенно искривляются и падают на Землю;
б) световые лучи под действием конвекции поднимаются в верхние слои атмосферы;
в) из-за шарообразности Земли и прямолинейности распространения света;
г) свет на больших расстояниях постепенно теряет свою энергию;
д) световое излучение очень недолговечно, оно исчезает раньше, чем пройдет такое большое расстояние.

3. Какова скорость света в вакууме?
а) примерно 300000 м/с;
б) примерно 300000 км/ч;
в) примерно 300000 км/мин;
г) примерно 300000 км/с;
д) в вакууме свет распространяться не может.

4. На рисунке 196 представлены поперечные сечения четырех стеклянных линз. Какие из них являются собирающими?
а) только 1;
б) только 1 и 2;
в) только 4;
г) 1, 2 и 3;
д) 3 и 4;
е) ни одна из четырех;
ж) все четыре.

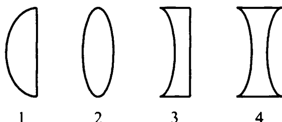


Рис. 196

5. Луч света падает на зеркальную поверхность и отражается. Угол падения 30°. Каков угол отражения?
а) 120°; б) 90°;
в) 60°; г) 30°.

6. Линза дает изображение Солнца на расстоянии 10 см от своего оптического центра на главной оптической оси. Каково фокусное расстояние линзы?
а) 5 см; б) 10 см;
в) 20 см; г) бесконечно велико.

7. Между электрической лампой и стеной находится мяч, на стене – круглая тень от мяча. Изменится ли радиус тени, если мяч переместить ближе к лампе?
а) не изменится;
б) увеличится;
в) уменьшится;
г) при небольшом перемещении увеличится, при большом – уменьшится;
д) при небольшом перемещении уменьшится, при большом – увеличится.

8. Оптическая сила глаза человека 58 дптр. Каково его фокусное расстояние?
а) 58 м;
б) около 0,017 м;
в) около 17 см;
г) около 1,7 мм.

9. Какое изображение получается на сетчатке глаза человека?
а) действительное прямое;
б) мнимое прямое;
в) действительное перевернутое;
г) мнимое перевернутое;
д) среди ответов а)–г) нет правильного.

10. Отчего происходят лунные затмения?
а) между Луной и Землей иногда проходят другие планеты;
б) это результат падения тени от кометы на Луну;
в) это результат падения тени от Земли на Луну;
г) это результат отклонения солнечных лучей от прямолинейного направления под влиянием притяжения Земли.

11. Человек, стоявший прямо перед зеркалом, приближается к нему на 20 см. Насколько он приблизился к своему отражению?
а) на 20 см;
б) на 10 см;
в) на 40 см;
г) расстояние до изображения не изменилось.

12. Угол падения луча света на зеркало увеличился на 5°. Как изменился при этом угол отражения?
а) уменьшился на 5°;
б) увеличился на 5°;
в) уменьшился на 10°;
г) увеличился на 10°;
д) не изменился.

13. Свет Солнца проходит через отверстие квадратной формы в непрозрачном экране. Какой будет форма светлого пятна на листе белой бумаги за экраном? Поверхность листа перпендикулярна световым лучам.
а) квадрат;
б) круг;
в) на малых расстояниях от отверстия – квадрат, на больших – круг.
г) на малых расстояниях от отверстия – круг, на больших – квадрат.

14. Для того, чтобы свет от огня маяка был виден как можно дальше, какое зеркало лучше поставить позади источника света?
а) плоское;
б) вогнутое;
в) выпуклое;
г) лучше зеркала не ставить.

Урок 48
Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость. Очки

Цель урока:

Дать представление о глазе, как об оптической системе.

Ход урока

I. Анализ самостоятельной работы

II. Повторение

- Что представляет собой камера-обскура? Почему она так называется?
- Кто и когда получил первую фотографию? Опишите принцип действия фотоаппарата.
- Охарактеризуйте изображение, даваемое объективом фотоаппарата.
- Можно ли сфотографировать предмет, расположенный между объективом и его фокусом? Почему?

III. Новый материал

Одним из самых совершенных «приборов», которым природа снабдила человека и животных, является глаз. Большую часть (до 80%) информации об окружающем мире человек получает через глаза. Но опыт показывает, что глаз не может одновременно четко видеть предметы, находящиеся от глаза на разных расстояниях (вспомните Лабораторную работу, урок 46).

Расстояние от глаза до предмета, равное 25 см, называется расстоянием наилучшего зрения. Но глаз человека снабжен мышцами. Это дает человеку возможность видеть как удаленные предметы, так и близко расположенные, а также оценивать расстояние до предмета.

Наши глаза специально предназначены для того, чтобы снабжать нас информацией о глубине, расстоянии, величине, движении и цвете. К тому же они способны двигаться вверх, вниз и в обе стороны, давая нам максимально широкий обзор.

Человеческий глаз можно сравнить с фотоаппаратом. Передняя стенка глаза действует как линза объектива. Зрачок похож на расположенную позади объектива диафрагму. Расширяясь или сужаясь, он регулирует количество проникающего в глаз света. Внутренняя оболочка глаза, или сетчатка – это «фотопленка» или «экран», на котором фокусируется «фотоснимок». Глаз соединен с головным мозгом с помощью зрительного нерва, который и передает поступающие на сетчатку сигналы в форме импульсов, расшифровываемых в мозгу.

За радужной оболочкой глаза находится хрусталик. Он очень подвижен и гибок. Со всех сторон хрусталик окружен мышцами, которые придают ему различные формы. Когда вы смотрите на отдаленный предмет, эти мышцы расслабляются, хрусталик увеличивается в диаметре и становится более плоским. При взгляде на более близкий предмет кривизна хрусталика увеличивается. Свет, отраженный предметом, проходя через хрусталик, создает на сетчатке глаза перевернутое изображение (см. рис. 95 в учебнике). Головной мозг автоматически переворачивает это изображение «с головы на ноги».

Сетчатка глаза состоит из 130 млн. светочувствительных клеток, которые называются палочками и колбочками. Палочки чувствительны к свету, но не различают цветов, за исключением синего и зеленого. Колбочки улавливают все цвета и помогают нам четче видеть, но перестают работать при недостатке освещения. Вот почему с наступлением сумерек наше зрение ослабевает, мы хуже различаем цвета и все видим в синих или серо-зеленых тонах.

Близорукость и дальнозоркость

К наиболее частым нарушениям зрения относятся близорукость и дальнозоркость. Близорукие люди плохо видят отдаленные предметы, а дальнозоркие – то, что находится поблизости. Эти недостатки зрения почти всегда обусловлены формой глазного яблока. Чтобы зрение было безупречным, глазное яблоко тоже должно иметь идеальную форму шара. Однако у близоруких людей передне-задний диаметр глазных яблок удлинен, а у дальнозорких – укорочен. Близорукость и дальнозоркость легко исправить, надев очки, либо контактные линзы (см. рис. 98 в учебнике).

Знаете ли вы?

Человек моргает один-два раза каждые 10 секунд. Каждое моргание длится треть секунды. Это значит, что за 12-часовой день вы тратите на моргание 25 минут. Новорожденные младенцы вообще не моргают и начинают это делать примерно с 6 месяцев.

Мы плачем от огорчения, но никто толком не знает почему. Во время плача приходится часто сморкаться, потому что избыток слез стекает в полость носа через крошечные отверстия внутри век.

Морковь в рационе действительно помогает лучше видеть в темноте. Дело в том, что витамин А, которым богата морковь, помогает эффективнее работать палочкам сетчатки. При глазных болезнях полезно также есть капусту и другие зеленые листовые овощи.

Человеческий глаз различает до 10 миллионов цветовых оттенков! Однако люди, в отличие от насекомых, не видят ультрафиолетового излучения.

IV. Повторение изученного

- Как устроен глаз человека? Какие его части образуют оптическую систему?
- Охарактеризуйте изображение, возникающее на сетчатке глаза.
- Как передается изображение в мозг?
- Чему равно расстояние наилучшего зрения?
- Какое преимущество дает зрение двумя глазами?
- Почему Человек-Невидимка должен быть слепым?
- Что такое близорукость? Дальнозоркость?
- С помощью каких линз исправляют близорукость? Дальнозоркость?

Домашнее задание

1. §37, 38;
2. Задачи Л–1615, Л–1619, Л–1634, Л–1637.

Урок 49
Контрольная работа по теме «Оптические явления»

Цель урока:

Контроль и оценка знаний, умений и навыков учащихся по изученной теме.

Ход урока

Вариант I

1. При солнечном затмении на Землю падают тень и полутень от Луны.
- Почему полное солнечное затмение наблюдают жители только некоторых районов земного шара?
- Видит ли Солнце человек, находящийся в области полутени? Ответ поясните.
- Какие два теоретических положения объясняют образование полутени?

2. Мальчик стоит на берегу реки и видит небольшой камень на ее дне.
- Постройте ход лучей света. Почему мальчик видит камень, ведь он не является источником света?
- Почему угол преломления при выходе луча из воды в воздух больше, чем угол падения?
- На своем чертеже покажите кажущуюся глубину реки.

3. Фокусное расстояние рассеивающей линзы равно 20 см.
- Какую оптическую силу будет иметь составная линза, полученная сложением данной рассеивающей с собирающей, фокусное расстояние которой равно 40 см?
- Можно ли будет с помощью этой составной линзы получить действительное изображение?

4. Луч проходит через треугольную стеклянную призму.
- Сколько раз он изменяет направление? Как называется это явление?
- Можно ли сделать так, чтобы луч изменил свое направление один раз? Начертите ход луча.
- Отметьте на чертеже угол отклонения луча призмой. В чем заключается совокупное действие двух преломляющих граней призмы?

Вариант II

1. При лунном затмении в пространстве образуются области тени и полутени от Земли.
- Почему лунное затмение более длительное, чем солнечное?
- Видна ли Луна с Земли в области полутени?
- Какие два теоретических положения объясняют образование полутени?

2. Мальчик стоит на берегу реки и видит большой камень на ее дне.
- Постройте ход лучей света. Какая из сред является наиболее оптически плотной?
- Напишите соотношение между скоростью света в этих средах.
- Изменится ли кажущаяся глубина реки, если предположить, что вода в реке соленая?

3. Оптическая сила собирающей линзы равна 4 дптр. Ее складывают вплотную с рассеивающей линзой, фокусное расстояние которой равно 50 см.
- Чему равно фокусное расстояние составной линзы? Какова ее оптическая сила?
- Можно ли будет с помощью этой составной линзы получить увеличенное мнимое изображение?

4. Луч проходит через плоскопараллельную стеклянную пластину.
- Сколько раз он изменяет направление? Обозначьте углы падения и преломления.
- Поясните зависимость между углом преломления и скоростью распространения света в данной среде.
- В чем заключается совокупное действие на луч света двух параллельных граней стеклянной пластины?

Резервный урок
Конкурс умников и умниц «Оптические явления»

Цели урока:

Обобщить, повторить материал по теме «Оптические явления»; развить устную речь учащихся; развить коммуникативные способности.

Ход урока

Вступительное слово учителя

Мы живем в удивительном мире света. Свет доставляет радость всем.

В небе тают облака,
И, лучистая на зное,
В искрах катится река,
Словно зеркало стальное.
Ф.И.Тютчев.

Правила игры

Организаторы (2–3 ученика во главе с учителем) готовят:
- Ордена «умников» по числу вопросов;
- Дорожки трех цветов (с клетками – квадратами);
- Вопросы и задания.

Красная дорожка состоит из двух квадратов, желтая – из трех, зеленая – из четырех.

При помощи «отборочных» вопросов выявляем троих «умников». За полный и правильный ответ ученик получает орден «умника». Три владельца наибольшего числа орденов разыгрывают дорожки. Особенности дорожек:
- на красной дорожке – игрок не должен ошибаться, ему задают всего один вопрос;
- на желтой дорожке – должен, верно, ответить на один из двух предложенных вопросов, он имеет право на одну ошибку;
- на зеленой дорожке игрок должен ответить правильно хотя бы на один из трех вопросов.

Игрок первым прошедший свою дорожку становится «умником» и садится на «трон». Оставшиеся два игрока присоединяются к «теоретикам». Далее игра идет между умниками.

Участники игры получают оценки в журнал.

«Отборочные» вопросы:

1. Почему прозрачна промасленная бумага, если сливочное масло и сама бумага непрозрачны?

Ответ. Бумага состоит из тончайших полупрозрачных для света волокон, между которыми находиться воздух. Падающий свет, проникая внутрь, испытывает многократные отражения от волокон, поэтому бумага кажется непрозрачной. Тонкий слой масла прозрачен. Когда бумага промаслена, жир заполнил промежутки между волокнами. Луч света проходит сквозь прозрачную среду, не испытывая ни отражения, ни преломления, поэтому промасленная бумага почти прозрачна.

2. В каждой квартире есть зеркала, создающие мнимые отражения двух видов: отражения от стекла с зеркальным покрытием, непрозрачные для света, и от одностороннего зеркала, сквозь которые можно видеть предмет в одном направлении, а в другом они отражают свет, как обычные зеркала. Объясните, почему односторонние зеркала создают мнимые отображения.

Ответ. Односторонними зеркалами в любой квартире служат окна. В солнечные дни из комнаты через окно хорошо просматривается улица. Увидеть же с улицы, что происходит в доме, практически невозможно. Если приблизить лицо к стеклу, увидишь свое отражение. Вечером, когда в комнате зажгли свет, с улицы легко рассмотреть комнату, но нельзя увидеть из комнаты улицу.

3. На берегу озера стоит дом. Фотографируют сначала дом, а затем отражение в озере. Можно ли различить фотографии?

Ответ. Если дом имеет надписи, то легко на фотографии отличить его действительный вид от зеркального отражения. Кроме того, снимки дома и его отражения делаются под разными углами зрения, как бы с разных точек. Взгляните на отражение берега, спускающегося к воде. Он покажется нам укороченным и совсем исчезает, если фотограф стоит высоко над поверхностью воды. Мы никогда не увидим вершины камня, часть которого погружена в воду.

4. Стоя на берегу, и наблюдая за мелководьем, можно увидеть, что по дну бегают, как зайчики, солнечные блики. Почему они образуются?

Ответ. Мелкую рябь на поверхности воды можно рассматривать как отдельные маленькие линзы, которые фокусируют в разных точках солнечные лучи.

5. Объясните назначение зубного зеркала. Как врач должен располагать его по отношению к зубу больного?

Ответ. Зубной врач использует вогнутое зеркало. Его располагают над зубом так, чтобы последний находился между зеркалом и фокусом. В этом случае в зеркале получится увеличенное и прямое изображение.

6. Что представляет собой зеркало, применяемое при исследовании глазного дна больного? С какой целью зеркало подносят к глазу, и каково назначение отверстия, имеющегося в его центре?

Ответ. Врачи подносят к глазу вогнутое зеркало, офтальмоскоп. Оно собирает световой поток от лампы, находящейся позади больного, в узкий пучок; он и направляется, например, в глаз больного. Через отверстие, сделанное в зеркале, врач наблюдает эти резко освещенные места в глазу больного.

7. Какие животные используют «перископ» для наблюдения предметов из-за укрытий?

Ответ. «Перископ» используется рыбкой периоф-тальмус: зарывшись в ил, она выдвигает глаза на тонких стебельках и наблюдает за происходящим.

8. В нормальном состоянии глаз человека установлен на бесконечность, то есть фокус всей системы падает на сетчатку. При более близком расположении предметов изображение должно было упасть позади сетчатки и стать неясным. Почему же мы отчетливо видим близкие предметы?

Ответ. У большинства позвоночных и человека способность глаза приспосабливаться к рассматриванию предметов на различных расстояниях осуществляется изменением кривизны хрусталика. Благодаря напряжению ресничной мышцы кривизна хрусталика возрастает, глаз начинает преломлять сильнее; при расслаблении мышцы хрусталик становится более плоским и преломляет слабее.

9. Можно ли считать, что предметы видны тем отчетливее, чем они ближе расположены к глазу?

Ответ. Приближая предмет к глазу, мы увеличиваем угол зрения, а следовательно, получаем возможность лучше различать мелкие детали. Однако расположенный очень близко к глазу предмет хорошо рассмотреть нельзя, так как способность глаза к аккомодации ограничена. Для нормального глаза наиболее благоприятным оказывается расстояние около 25 см .

10. Почему близорукие люди могут читать мелкий текст?

Ответ. Близорукие люди помещают газету или книгу очень близко от глаз и, следовательно, видят каждый печатный знак под большим углом зрения. А чем больше угол зрения, под которым рассматривается предмет, тем лучше видны его детали.

11. Почему с наступлением темноты мы становимся, как бы близорукими и очертания предметов перестают быть резкими?

Ответ. Когда освещенность уменьшается, зрачок глаза расширяется, и края хрусталика начинают играть большую роль в образовании изображения. Но эта краевая зона деформирована и «близорука» по сравнению с центральной частью.

12. Объясните с точки зрения оптики выражение: «Ночью все кошки серы».

Ответ. Глаз ощущает свет при помощи светочувствительных клеток: колбочек и палочек. При слабом освещении свет воспринимается палочками, а не колбочками. Но палочки не обусловливают цветовых ощущений, поэтому все предметы кажутся серыми.

13. Почему ночью при вспышке молнии движущиеся предметы кажутся как бы остановившимися?

Ответ. Вспышка молнии длится всего около 0,001 с, в течение которых глаз не реагирует на изменение положения движущихся предметов, а продолжает сохранять первоначально возникшее зрительное впечатление.

14. Почему тигры, кошки и некоторые другие животные видят в темноте?

Ответ. Зрачки этих животных могут сильно расширяться, что способствует попаданию в глаз большого количества рассеянных световых лучей. Вследствие этого они могут видеть и в темноте.

Вопросы для определения дорожки

1. Как доказать, что свет распространяется прямолинейно?
   Ответ: Послать луч света на предмет. Получить тень от предмета.
2. В солнечный день длина тени на земле от елки высотой 1,8 м равна 90 см, а от березы – 10 м. Какова высота березы?
   Ответ: 20 м.

Вопросы для состязания умников

Для игрока на красной дорожке:

1. В зеркале ты видишь себя не совсем так, как видят тебя другие. В самом деле, если ты зачесываешь волосы в одну сторону, в зеркале они будут зачесаны на другую. Есть на лице родинки, они тоже окажутся не стой стороны. Как бы все-таки увидеть себя таким, каким видят окружающие? Как это сделать?

Ответ. С помощью второго зеркала! Встань перед стенным зеркалом и возьми еще одно, ручное. Держи его под острым углом к стенному. Ты перехитришь оба зеркала: в обоих появится твое «правое» изображение. Это легко проверить с помощью шрифта. Поднеси к зеркалу книжку с крупной надписью на обложке. В обоих зеркалах надпись будет читаться правильно слева направо.

А теперь попробуй, потяни себя за чуб. Это удастся не сразу. Изображение на этот раз в зеркале правильное, не вывернутое справа налево. Именно поэтому ты будешь ошибаться. Ты ведь привык видеть в зеркале зеркальное изображение. В магазинах и пошивочных ателье бывают трехстворчатые зеркала, так называемые трельяжи. В них тоже можно увидеть себя «со стороны».

Для игрока на желтой дорожке:

1. С помощью зеркала и листа бумаги устройте сюрприз своему товарищу.

Ответ. Подбери лист бумаги, чтобы закрывал все зеркало, и прорежь в нем самые безобразные косые глаза, кривой нос и страшный рот с оскаленными зубами. Прилепи эту бумагу поверх зеркала комочками воска или стеарина.

Теперь пригласи товарища в комнату, где горит одна только настольная лампа и поставь его спиной к лампе так, чтобы на стену легла тень от его головы. Тень эта, разумеется, будет просто темным силуэтом, без глаз, безо рта, без носа, только с ушами по бокам. Ну, ничего, сейчас мы ей приделаем и глаза, и рот, и нос. Попроси товарища закрыть глаза, а сам возьми зеркало и поставь его так, чтобы зайчики, отбрасываемые сквозь прорези в бумаге, расположились на тени головы самым выгодным образом.

То-то удивится твой товарищ, когда откроет глаза.

2. Почему у снега такой цвет?

Ответ. Свежевыпавший снег кажется белым, потому что отражает почти все (более 90 %) попадающие на него солнечные лучи. Такую высокую отражательную способность ему обеспечивает явление полного отражения. Ведь снег состоит из снежинок – кристалликов льда, между которыми находятся поры, наполненные воздухом; на границе раздела «снежинка – воздух» и происходит полное отражение света.

Со временем на снег осядут пыль и грязь; кроме того, он уплотнится, и воздушные промежутки между снежинками станут меньше. В последствие этого снег будет меньше отражать света, а больше поглощать, отчего будет казаться потемневшим (напомним: при полном отражении света цвет тела – белым, при полном поглощении – черный).

Для игрока на зеленой дорожке:

1. Имея два зеркала, можно много натворить чудес в этом же роде. Если, например, поставить их под прямым углом и в этот угол положить два яблока. Сколько яблок ты увидишь?

Ответ. Восемь яблок. Но не спеши радоваться: съедобными все равно останутся только два, остальные шесть – кажущиеся, или, как принято выражаться в физике – мнимые.

2. Задача Шерлока Холмса

Близился вечер. Однако на Бейкер-стрит было полно народу. Шерлок Холмс, идя в гости, заметил в толпе подозрительного типа. Ватсон шел рядом, держа в руках пушистую кошку и радуясь прогулке.

– Дорогой друг, – обратился Шерлок Холмс к Ватсону, – хорошо бы сфотографировать этого джентльмена. Впрочем, бесполезно: фотография не получится, – бросив взгляд на кошку, с горечью добавил он.

Почему он так решил?

Ответ: Видимо у кошки глаза были расширены, что означало плохое уличное освещение.

Вопросы для зрителей

Для вовлечения в работу зрителей, проводим с ними забавную игру.

Попробуйте получить общеизвестные словосочетания, подобрав к слову из левого столбца слово из правого.

Источник	пучок
Геометрическая	отражение
Световой	расстояние
Закон	линза
Зеркальное	линз
Абсолютный	оптика
Фокусное	линзы
Рассеивающая	среда
Проекционный	зрения
Объектив	отражения
Изображение	приборы
Система	света
Угол	глаз
Человеческий	микроскопа
Оптические	предмета
Тонкие	аппарат
Оптически однородная	показатель

Ответы:

Источник света; геометрическая оптика; световой пучок; закон отражения; зеркальное отражение; абсолютный показатель; фокусное расстояние; рассеивающая линза; проекционный аппарат; объектив микроскопа; изображение предмета; система линз; угол зрения; человеческий глаз; оптические приборы; тонкие линзы; оптически однородная среда;

Подведение итогов игры

Подводятся итоги игры, определяются и награждаются победители. Учитель выставляет оценки за урок.

Глава IV
ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Урок 50
Гравитационное взаимодействие и гравитационное поле. Закон всемирного тяготения

Цель урока:

Дать понятие о гравитационном поле, изучить закон всемирного тяготения, отметить границы его применения.

Ход урока

I. Анализ результатов контрольной работы

II. Изучение нового материала

Попытки объяснить движение небесных тел, в частности, планет Солнечной системы, предпринимались с незапамятных времен: Птоломей (II в. н.э.) – сторонник геоцентрической системы мира (Земля – в центре); Коперник (XVI в.), который первым предложил гелиоцентрическую систему мира (в центре – Солнце). Однако только Иоганн Кеплер в начале XVII в., основываясь на опытных данных, открыл три закона движения планет, дав им математическую формулировку.

Например, оказалось, что планеты движутся по орбитам, близким к круговым, и отношение куба радиуса орбиты к квадрату ее периода обращения вокруг Солнца есть величина постоянная для всех планет Солнечной системы. И сам Кеплер, а позднее, и английский ученый Роберт Гук пытались выяснить причины, по которым планеты движутся вокруг Солнца определенным образом. Однако строгое научное объяснение планетных движений было дано лишь Ньютоном в 1666 г., который вывел закон всемирного тяготения на основе законов Кеплера и законов механики (II и III законы Ньютона).

Сначала Ньютон установил, что сила тяготения, действующая между Солнцем и планетами, прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния (см. урок 15 по программе

А.В. Перышкина). Далее он предположил, что природа силы, удерживающей планеты на их орбитах, тождественна с природой силы тяжести, действующей на все тела у земной поверхности. Обобщив далее этот вывод на все тела Вселенной при условии, что размеры тел малы по сравнению с расстояниями между ними, Ньютон получил закон всемирного тяготения:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где m_1 и m_2 – массы тел (материальных точек),
r – расстояние между телами,
G – гравитационная постоянная.

Дальнейшие исследования показали, что Ньютон был прав и его закон действительно может быть применим к самым разным телам, начиная от атомов и молекул, и кончая гигантскими звездными скоплениями.

А как же мы применяем эту формулу для расчета, например, силы притяжения карандаша к Земле? Ведь Земля в этом случае отнюдь не является материальной точкой! Оказывается, что закон всемирного тяготения справедлив не только для частиц, но и для шарообразных тел со сферически симметричным распределением вещества. Только под величиной r в этом случае принимают расстояния между центрами шарообразных тел. Справедлив закон всемирного тяготения и в случае взаимодействия материальной точки и шарообразного тела: в нашем примере карандаша и Земли.

Итак, благодаря Ньютону стало понятно, по какому закону все тела во Вселенной притягиваются друг к другу. Это взаимодействие – взаимное притяжение – называют гравитационным. Согласно современным представлениям, гравитационное взаимодействие между телами осуществляется посредством материального объекта – гравитационного поля. В отличие от электрического и магнитного полей (точнее, электромагнитного поля), гравитационное поле обладает всепроникающей способностью. Оно проникает сквозь любые материалы. Если между двумя телами поставить третье, то сила взаимодействия между ними не изменится (опытный факт).

По аналогии с электрическим зарядом, можно ввести характеристику взаимодействия тел с гравитационным полем – гравитационный заряд. Все тела обладают большим или меньшим гравитационным зарядом. Интенсивность гравитационного взаимодействия пропорциональна гравитационному заряду (как и для электрического поля). Особенность гравитационного заряда состоит в том, что он всегда совпадает с массой тела. Поэтому его обозначают буквой m.

III. Упражнения и вопросы для закрепления

- Какие системы мира были предложены Птоломеем и Коперником?
- Каким образом осуществляется гравитационное взаимодействие между телами?
- Чем отличается электрическое и гравитационное поля?
- Чему примерно равен гравитационный заряд вашего учебника по физике?
- Как формулируется закон всемирного тяготения?

– Для всех ли тел можно применять формулу $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$? Что следует понимать под величиной r в этой формуле в случае гравитационного взаимодействия двух шаров?

IV. Решение задач

1. Расстояние между двумя маленькими шариками уменьшили в 2 раза. Во сколько раз увеличилась сила их гравитационного взаимодействия?

(*Ответ*: $F_2/F_1 = 4$.)

2. Космический корабль, находившийся первоначально на расстоянии R от поверхности Земли, через некоторое время оказался на расстоянии $3R$ от ее поверхности. Во сколько раз уменьшилась сила взаимодействия между Землей и кораблем?

(*Ответ*: $F_1/F_2 = 4$.)

Домашнее задания

1. Выучить § 39, 40;
2. Решить задачи 151, 152 учебника;
3. Решить задачу:

Космический корабль, находившийся на расстоянии $1{,}5R$ от центра Земли, через некоторое время оказался на расстоянии $2R$ от ее поверхности. Во сколько раз уменьшилась сила гравитационного взаимодействия между Землей и кораблем?

Урок 51
Гравитационная постоянная. Сила тяжести

Цели урока:

Ввести понятие гравитационной постоянной как одной из фундаментальных физических констант. Ввести понятие силы тяжести. Учить решать задачи на применение закона всемирного тяготения.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– У кого гравитационный заряд больше? (Учитель выбирает из класса самого худого и самого плотного из учеников.)
– Как иначе называются силы притяжения между телами?
– Какими свойствами обладает гравитационное поле?
– Кто и когда открыл закон всемирного тяготения?
– Как формулируется закон всемирного тяготения?
– Укажите границы применимости закона всемирного тяготения.
– Можно ли использовать формулу $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ для нахождения силы

взаимодействия между двумя учениками, если они находятся на расстоянии 1 м? 100 м?

На доске трое учеников выписывают решения домашних задач.

II. Новый материал

Гравитационная постоянная

Из закона всемирного тяготения $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ можно выразить гравитационную постоянную: $G = F\frac{r^2}{m_1 m_2}$.

Тогда понятно, что для определения гравитационной постоянной необходимо знать значения масс взаимодействующих тел (m_1 и m_2) и расстояние r между ними.

Первые точные измерения гравитационной постоянной были проведены английским ученым Г. Кавендишем в конце XVIII в. Для этой цели он использовал прибор, называемый крутильными весами (см. рис. 101 в учебнике). Кавендиш закрепил на противоположных концах двухметрового стержня два свинцовых шарика диаметром 5 см и массой 775 г каждый. Стержень был подвешен на проволоке. К маленьким шарикам Кавендиш приближал большие свинцовые шары массой около 50 кг. По степени закручивания проволоки можно было определить силу взаимодействия и таким образом измерить гравитационную постоянную.

Кавендиш рассчитал, что $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Надо отметить, что Кавендиш был прекрасным экспериментатором, ведь его результат всего на 1% отличается от значения G, измеренного в XX в!

В чем же заключается физический смысл гравитационной постоянной? Она численно равна силе, с которой притягиваются две материальные точки массой по 1 кг каждая, находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга. Еще раз подчеркнем, что это очень маленькая величина. Силы гравитации самые «слабые» из всех известных в природе сил. Например, сила электрического отталкивания двух электронов приблизительно в 10^{42} раз превышает силу их гравитационного притяжения. По мере увеличения масс взаимодействующих тел сила гравитации увеличивается и для космических объектов достигает огромных величин. Так сила притяжения Луны к Земле равна примерно $2 \cdot 10^{20}$ Н.

Сила тяжести

Частным случаем силы всемирного тяготения является сила тяжести – сила, с которой Земля притягивает к себе другие тела. В свою очередь, гравитационное поле Земли называют полем тяжести. Направлена сила тяжести к центру Земли. (На самом деле это не совсем так, если учитывать вращение Земли.) В теле же эта сила приложена к точке, которая называется центром тяжести.

Как известно, сила тяжести расчитывается по формуле:

$$F_т = mg,$$

где m – масса тела,

g – ускорение свободного падения.

С другой стороны, по закону всемирного тяготения:

$$F_т = G\frac{Mm_2}{r^2} = G\frac{Mm_2}{(R+h)^2},$$

где M – масса Земли,

r – расстояние от центра Земли до тела,

R – радиус Земли,

h – высота от поверхности Земли.

Так что же, у нас имеется две формулы для расчета одной и той же величины? Так и есть. Первую формулу надо применять, когда тело находится вблизи поверхности Земли. Вторая формула используется в тех случаях, когда высота h сравнима с радиусом Земли. Из второй формулы следует, что сила тяжести уменьшается при удалении от Земли.

III. Упражнения и вопросы на закрепление

- Каков физический смысл гравитационной постоянной?
- Кто и каким образом впервые измерил гравитационную постоянную?
- Какие силы самые «слабые» в природе?
- Какую силу называют силой тяжести?
- По какой формуле рассчитывается сила тяжести? В каком случае?
- Как меняется сила тяжести по мере удаления тела от Земли?

IV. Решение задач

1. Брусок с размерами 10 × 10 × 20 см изготовлен из материала плотностью 7 г/см^3. Чему равна действующая на брусок сила тяжести, если он находится: а) на поверхности Земли; б) на расстоянии $h = R$, где $R = 6400$ км – радиус Земли. Масса Земли $M = 6 \cdot 10^{24}$ кг. (*Ответ*: а) $F_т \approx 137$ Н ; б) 34,3 Н.)
2. Задача 156 из учебника.

Домашнее задание

1. Выучить § 41, 42;
2. Решить задачи 153, 156, 158 из учебника.

Урок 52
Лабораторная работа 9
«Нахождение центра тяжести плоской пластины»

Цель урока:

Определение центра тяжести плоской пластины.

Оборудование:

Плоская картонная фигура производной формы, штатив с лампой и муфтой, пробка, булавка (одностержневая), линейка, отвес (грузик на нитке).

Ход урока

Указания к работе

1. Зажмите пробку в лапке штатива.
2. Проделайте по краям картонной пластины три отверстия.
3. Вставив булавку в одно из отверстий, подвесьте пластину к пробке, закрепленной в лапке штатива.
4. К такой же булавке прикрепите отвес.
5. С помощью карандаша отметьте на нижнем и верхнем краях пластины точки, лежащие на линии отвеса.
6. Сняв пластину, проведите через отмеченные точки прямую линию.
7. Повторите опыт, используя два других отверстия в пластине.
8. Получив точку пересечения трех линий, убедитесь, что она является центром тяжести данной фигуры. Для этого, расположив пластину в горизонтальной плоскости, поместите ее центр тяжести на острие заточенного карандаша.

Домашнее задание

§42; ответить на вопросы к параграфу.

Урок 53
Свободное падение тел

Цели урока:

Ввести понятие свободного падения тел. Изучить зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью Земли. Дать понятие о гравиметрической разведке недр Земли.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Какую силу называют силой тяжести?
– По какой формуле рассчитывают силу тяжести, действующую на груз, лежащий на Земле? Находящийся на высоте 100 км от поверхности Земли?
– Как меняется гравитационное поле Земли по мере удаления от ее поверхности?

Два ученика выписывают на доске решения домашних задач 156 и 158.

II. Самостоятельная работа по теме: «Закон всемирного тяготения. Сила тяжести»

Вариант I

1. Сформулируйте закон всемирного тяготения.

2. Запишите формулу, по которой можно рассчитать силу гравитационного притяжения двух частиц. Для каких еще тел справедлива эта формула?

3. Космическая ракета удаляется от Земли. Во сколько раз изменится сила тяжести, действующая на ракету, при увеличении расстояния до центра Земли в 2,5 раза?

4. Брусок с размерами 10 × 5 × 20 см сделан из вещества с плотностью 3000 кг/м^3. Внутри бруска имеется воздушная полость, объем которой на 40% меньше объема бруска. Определите силу тяжести, действующую на брусок, если он находится на вашем столе.

Вариант II

1. Каков физический смысл гравитационной постоянной?

2. Запишите формулу, по которой можно рассчитать силу гравитационного притяжения двух шаров. Для каких еще тел можно применять эту формулу?

3. Космическая ракета приближается к Земле. Во сколько раз изменится сила тяжести, действующая на ракету, при уменьшении расстояния до центра Земли в 3 раза?

4. Брусок с размерами 5 × 5 × 10 см сделан из вещества с плотностью 4000 кг/м^3. Внутри бруска имеется воздушная полость, объем которой составляет 40% от объема бруска. Определите силу тяжести, действующую на брусок, если он находится на вашем столе.

III. Новый материал

При падении тел на Землю их скорость увеличивается. Со времен Аристотеля считалось, что более тяжелые тела падают быстрее, чем легкие. Говоря современным языком, считалось, что у более тяжелых тел ускорение в гравитационном поле Земле больше. И действительно, обыденные наблюдения как будто свидетельствуют именно об этом: камень ведь действительно упадет раньше скомканного листа бумаги.

Только Галилею в XVI веке удалось опытным путем доказать, что это не так. Нужно учитывать сопротивление воздуха. Именно оно искажает картину свободного падения тел. Если устранить сопротивление воздуха, то все тела падали бы на Землю одинаково быстро. Кстати, именно Галилей ввел понятие ускорения как строго определенной физической величины.

Если проводить опыт с трубкой, из которой откачан воздух (трубка Ньютона), то можно убедиться, что времена падения легкого перышка и свинцовой дробинки одинаковы. В процессе падения они пролетают одно и то же расстояние (длина трубки Ньютона равна 1,5 м) за одинаковое время. Так как путь при равноускоренном движении находится по формуле $S = at^2/2$ (начальная скорость равна нулю), то из одновременности падения следует, что ускорения шарика и перышка одинаковы.

Но в то время, когда жил Галилей, еще не умели откачивать воздух из трубок. Как же Галилей получил формулу $S = at^2/2$? Ведь падают тела очень быстро, а секундомеров в то время еще не было. Галилей догадался, что можно как бы «замедлить» падение те, изучая движение шаров по наклонному желобу. Вспомните лабораторную работу в начале 8 класса.

Выводы:

1. Свободным падением называется движение тела только под влиянием притяжения к Земле. Ускорение, с которым происходит свободное падение тел, называют ускорением свободного падения.
2. В одном и том же гравитационном поле свободное падение всех тел, независимо от их массы и объема, происходит с одним и тем же ускорением (g).

А как же связать ускорение свободного падения с параметрами Земли: ее массой $M_з$ и радиусом $R_з$? Надо воспользоваться законом всемирного тяготения ($F_т = G\frac{Mm}{r^2}$) и вторым законом Ньютона ($F = ma$). Т.к. $a = g$ и $F = F_т$, получим:

$$g = \frac{F_т}{m} = G\frac{M_з}{r^2} = G\frac{M_з}{(R_з + h)^2}.$$

где r – расстояние до центра Земли, h – высота над поверхностью Земли. Как видите, в эту формулу не входит масса тела m.

Вблизи поверхности Земли, т.е. при $h \ll R_з$, ускорение свободного падения (обозначим его через g_0):

$$g = G\frac{M_з}{R_з^2} \approx 9,8 \text{ м/с}^2.$$

С увеличением высоты над Землей ускорение свободного падения уменьшается.

Необходимо отметить, что полученное нами значение g является усредненным. В силу того, что на величину ускорения свободного падения влияют сплюснутость Земли и ее вращение вокруг своей оси, она оказывается разным в различных широтах. Например, на полюсе и экваторе оно равно соответственно 9,832 м/с^2 и 9,780 м/с^2. (Подумайте, где лучше взвешивать товар, и куда потом везти? Это, конечно, шутка.)

А можно ли в домашних условиях определить ускорение свободного падения? Конечно, если воспользоваться нитяным маятником. Из курса физики 8 класса вам уже известно, что период малых колебаний нитяного маятника

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Измерив длину нити l и период колебаний T, можно определить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}.$$

– Это вы и проделаете на следующем уроке.

Гравиметрическая разведка

Мы уже отмечали, что g зависит от широты местности. Однако и на одной широте значения g могут быть различны. Связано это с различиями в плотности земных недр. Там, например, где земные недра имеют большую плотность (например, где залегает месторождение железной руды), значение g будет больше среднего: $g > g_{CP}$. Отклонение g от среднего значения называют гравитационной аномалией:

$$\Delta g = g - g_{CP}.$$

На этом основана гравиметрическая разведка недр Земли. Например, при положительной аномалии ($\Delta g > 0$) период колебаний нитяного маятника будет уменьшаться.

IV. Упражнения и вопросы на закрепление

- Какое движение тел называют свободным падением?
- Как формулируется обобщенный закон Галилея?
- Какую «хитрость» применил Галилей, чтобы получить формулу $S = at^2/2$?
- Будет ли ускорение тела постоянным при его падении с высоты 30 км (сопротивление воздуха не учитывать)?
- Как сильно отличаются ускорения свободного падения на полюсе и на экваторе?

V. Решение задач

1. На какую высоту поднялся космический корабль, если его приборы зафиксировали ускорение свободного падения $g = 4{,}9$ м/с^2?
(*Ответ*: $h = 2{,}6 \cdot 10^6$ м.)

2*. На каком расстоянии r от центра Земли тело в первую секунду свободного падения проходит путь $S = 0{,}55$ м?
(*Ответ*: $r = R_З\sqrt{\dfrac{g_0 t^2}{2S}} = 1{,}9 \cdot 10^7$ м.)

Домашнее задание

1. §42;
2. Задачи № 160, 162 из учебника.

Урок 54
Лабораторная работа
«Определение ускорения свободного падения»

Цели урока:

Определить экспериментально ускорение свободного падения.

Оборудование:

Шарик на нити, штатив с муфтой и кольцом, измерительная лента, часы.

Ход урока

Указания к лабораторной работе

1. Решите задачу: Нитяной маятник за время t совершает n колебаний, длина нити равна l. Определите ускорение свободного падения g.
2. Воспользовавшись имеющимся оборудованием, измерьте значение величин, необходимых для определения ускорения свободного падения. Для этого установите на краю стола штатив. К кольцу штатива подвесьте шарик на длинной нити. Шарик при этом должен находиться на расстоянии 3–5 см от пола. Отклоните маятник на 5–8 см от положения равновесия и отпустите. Измерьте время t, за которое маятник сделает n = 40 полных колебаний. Длину нити l измерьте с помощью измерительной ленты или линейки.
3. Воспользовавшись формулой, полученной в начале данной работы, вычислите ускорение свободного падения.
4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

n	l, м	t, с	g, м/с^2
40			

Домашнее задание

Письменно оцените, чему вы научились при выполнении этой работы. В случае необходимости завершите оформление отчета по работе.

Урок 55
Движение бросаемых тел

Цели урока:

Дать учащимся формулы для расчета времени свободного падения и дальности полета тела, брошенного горизонтально. Показать, что при отсутствии сопротивления воздуха траектории тел, брошенных горизонтально и под углом к горизонту, являются параболами.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Сформулируйте закон всемирного тяготения. Запишите формулу, выражающую этот закон.
– Приведите примеры, когда эту формулу применять нельзя.
– Куда направлена действующая на вас сила тяжести?
– Какой опыт показывает, что ускорение свободного падения не зависит от массы и формы тела?
– Имеются два одинаковых маятника, расположенные в разных точках Земли на одной широте. Период колебаний первого маятника больше периода колебаний второго. Что можно сказать о плотности земных

недр под этими маятниками? Какие месторождения могут находиться под маятниками?

Задача для самых сообразительных:

Вы знаете, что ускорение свободного падения g уменьшается с увеличением высоты подъема над Землей. Как вы думаете, что будет происходить с g, если, пробурив глубокую шахту, мы будем спускаться к центру Земли?

(*Ответ*: g будет линейно уменьшаться до 0.)

II. Новый материал

В числе прочих проблем, которыми занимался Галилей, была и такая, которая по современной терминологии называется *баллистикой*. Галилей решил задачу движения пушечного ядра, вылетевшего из пушки в горизонтальном направлении. Его вывод о том, что это ядро и ядро, отпущенное без начальной скорости, находятся в полете одно и то же время (кончено, при условии, что эти ядра первоначально находятся на одной высоте над Землей) у многих из вас вызовет такое же удивление, как и у современников Галилея. Тем не менее, опыт это подтверждает.

Найдем время свободного падения тела с высоты $h << R_З$. Используя формулу $S = at^2/2$ с учетом, что ускорение $a = g$, а путь $S = h$, получим:

$h = gt^2/2$.

Отсюда время падения

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} .$$

Время движения тела, брошенного горизонтально, также определяется по этой формуле (строгое доказательство этого утверждения будет дано в 10 классе). Интересен и тот факт, что в горизонтальном направлении это тело будет двигаться с постоянной скоростью – той, с которой было брошено. Обозначим эту скорость v_0. Тогда дальность полета горизонтально брошенного тела

$$l = v_0 \cdot t = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} .$$

На опыте можно убедиться, что тело, брошенное горизонтально, будет двигаться по траектории, которая называется параболой. Учитель может продемонстрировать опыт с водяной струей.

Аналогичный опыт с водяными струями позволяет убедиться в том, что не только горизонтально брошенное, но и тело, брошенное под углом к горизонту, будет двигаться по параболе. Можно наглядно продемонстрировать, что при заданном направлении начальной скорости и высота, и горизонтальное расстояние тем больше, чем больше начальная скорость v_0, т.е. чем больше напор воды.

При фиксированном значении начальной скорости расстояние, которое пролетает тело в горизонтальном направлении до возвращения на первона-

чальную высоту, зависит от направления начальной скорости, т.е. угла α между направлением вектора скорости и горизонтом. Наибольшая дальность полета наблюдается при угле $\alpha = 45°$.

Ученикам, однако, необходимо пояснить, что опыты со струей воды проводились при небольших скоростях вытекающей из крана воды. В реальных же условиях при расчете траекторий пуль и снарядов обязательно учитывают сопротивление воздуха. Их траектория уже не будет являться параболой.

III. Упражнения и вопросы на закрепление

- Из контейнера, поднимаемого краном, случайно выпали кирпич и половинка кирпича. Что быстрее долетит до Земли?
- По какой формуле определяется время свободного падения тела с высоты h?
- По какой формуле определяется дальность полета тела, брошенного горизонтально с высоты h со скоростью v_0? Какова траектория этого тела?
- Два тела бросили с поверхности Земли с одинаковой по величине скоростью v_0, но под разными углами: $\alpha_1 = 10°$, $\alpha_2 = 30°$. Какое из тел полетит дальше?
- Как влияет сопротивление воздуха на траекторию и дальность полета тела?

IV. Решение задач

1. Парашютист при затяжном прыжке пролетает, не раскрывая парашюта, расстояние $h = 7680$ м за время $t_1 = 142$ с. На сколько секунд сопротивление воздуха увеличило время падения парашютиста?

(*Ответ*: $\Delta t = t_1 - \sqrt{2h/g} \approx 102$ с.)

2. Задача 165 из учебника.

Домашнее задание

1. §44;
2. Задача 164, 166, 167.

Урок 56
Движение искусственных спутников

Цели урока:

Дать учащимся основные представления о движении искусственных спутников. Определить первую космическую скорость.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

- Какие величины входят в формулу для нахождения времени свободного падения тела?
- Как изменится дальность полета горизонтально брошенного тела при уменьшении высоты подъема тела над Землей?

- Можно ли использовать формулу $l = v_0\sqrt{2h/g}$ для расчета дальности полета тела, брошенного с высоты h = 200 км? Почему?
- Камень брошен сначала под углом $\alpha_1 = 45°$, а затем под углом $\alpha_2 = 60°$ к горизонту. При этом величина скорости в обоих случаях одинакова. Как соотносятся дальности и высоты подъема камня в обоих случаях?

Двое учащихся выписывают на доске решения домашних задач 166 и 167. Решения коллективно обсуждаются.

II. Повторение материала 8 класса

- Какое движение по окружности называют равномерным?
- Что такое период обращения?
- Какую величину называют частотой обращения? Какой буквой обозначают?
- Как найти период обращения, если известны радиус окружности R и скорость тела v?
- Когда у тела появляется центростремительное ускорение?
- По какой формуле рассчитывается центростремительное ускорение?

III. Новый материал

Мы уже знаем, что горизонтально брошенное с некоторой высоты h тело будет двигаться по параболе. Если телу сообщить на той же высоте большую скорость v_0, то оно улетит дальше. Тогда можно подобрать такие значения v_0 и h, что тело (спутник) сможет двигаться по окружности вокруг Земли (рис. 107 учебника). Попробуем это сделать.

Согласно закону всемирного тяготения и второму закону Ньютона, ускорение спутника определяется гравитационным полем Земли и равно ускорению свободного падения:

$$g = \frac{F_т}{m} = G\frac{M_з}{r^2}.$$

С другой стороны, так как спутник движется по круговой орбите, это ускорение является центростремительным, т.е.:

$$a_ц = g = \frac{v_0^2}{r}.$$

Тогда получим:

$$G\frac{M_з}{r^2} = \frac{v_0^2}{r},$$

откуда:

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM_з}{r}},$$

а с учетом, что $r = R_з + h$:

$$v_0 = \sqrt{G\frac{M_з}{R_з + h}}.$$

А что же такое ***первая космическая скорость***? Это минимальная скорость, которую необходимо сообщить телу у поверхности Земли, чтобы превратить его в искусственный спутник. Полагая, что в последней формуле $h = 0$, получим значение первой космической скорости:

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M_з}{R_з}} \approx 7{,}9 \text{ км/с}.$$

Такую огромную скорость сообщить телу удалось лишь в 1957 году – это был первый искусственный спутник Земли (ИСЗ).

Теперь вокруг Земли вращаются тысячи спутников разнообразного назначения: научно-исследовательские, метеорологические, спутники связи, спутники-разведчики и т.п.

Однако мы знаем, что люди побывали и на Луне, космические зонды были отправлены к планетам Солнечной системы. Для этих целей ракете необходимо сообщить ***вторую космическую скорость*** – такую, при которой она смогла бы преодолеть силу притяжения Земли и покинуть ее, двигаясь по параболической орбите. Расчеты показали, что эта скорость в $\sqrt{2}$ раз больше первой космической:

$$v_2 = \sqrt{2}v_1 = \sqrt{2G\frac{M_з}{R_з}} \approx 11{,}2 \text{ км/с}.$$

Чтобы тело покинуло Солнечную систему, необходима ***третья космическая скорость*** ($v_3 \approx 16{,}7$ км/с). Именно такую скорость сообщили зонду «Пионер–10», который уже покинул пределы Солнечной системы. (Вообще-то третья космическая скорость в значительной степени зависит от того, в каком направлении корабль выходит из зоны действия земного притяжения. Она минимальна, если это направление совпадает с направлением орбитального движения Земли вокруг Солнца, и максимальна (до 72,7 км/с!), если эти направления противоположны.

Интересно, что существует и четвертая космическая скорость – минимальная скорость, которую надо сообщить ракете, чтобы она могла упасть в заданную точку Солнца. В зависимости от положения точки на Солнце, эта скорость меняется от 29,2 км/с до 31,8 км/с.

IV. Вопросы на закрепление изученного материала

- Какую скорость называют первой космической?
- Может ли спутник двигаться по орбитам с радиусами $r_1 = 2R_з$ и $r_2 = 2{,}5R_з$, имея одинаковую скорость?
- Какую скорость называют второй космической? Во сколько раз она больше первой космической скорости?

V. Решение задач

1. Задача 170 (из учебника).

Дано:	Решение:
$h = R_З/2$ $M_З = 6\cdot 10^{24}$ кг $R_З = 6{,}4\cdot 10^6$ м	Воспользуемся формулой для круговой скорости спутника: $v_0 = \sqrt{G\dfrac{M_З}{R_З + h}}$. Так как высота $h = R_З/2$, то:
$v_0 = ?$	$v_0 = \sqrt{G\dfrac{2M_З}{3R_З}} = \sqrt{6{,}67\cdot 10^{-11}\dfrac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2}\cdot\dfrac{2\cdot 6\cdot 10^{24}\text{кг}}{3\cdot 6{,}4\cdot 10^6\text{м}}} \approx 6{,}5$ км/с.

Ответ: $v_0 = 6{,}5$ км/с.

2. Считая, что радиус орбиты первого космического спутника Земли $r = 7340$ км, определите число оборотов спутника вокруг Земли за сутки.

(*Ответ*: $n = \dfrac{t\cdot R_З}{2\pi\cdot r}\sqrt{\dfrac{g}{R_З}} \approx 14$.)

Домашнее задание

1. §45;
2. Задачи 169, 171, 172 (по учебнику).

Также см. Приложение к уроку 20 по программе А.В. Перышкина.

Урок 57
Перегрузка и невесомость

Цель урока:

Сформулировать понятие перегрузки и невесомости.

Ход урока

Повторение. Проверка домашнего задания

– Какую скорость называют первой космической?
– Как изменяется скорость движения спутника по орбите с увеличением высоты h?
– Зависит ли скорость спутника от его массы?
– Как направлены скорость и ускорение спутника, движущегося по круговой орбите? Чему равно ускорение такого спутника?
– Можно ли считать круговое движение спутника равноускоренным? Почему?
– На какие два класса делятся искусственные спутники Земли?
– Какую скорость называют второй космической? Чему она равна?
– Что представляет собой третья космическая скорость?
– Какое движение называют реактивным?
– Для ускорения нужна сила, а сила – это действие одного тела на другое. Почему же ускоряются ракета, когда в космическом пространстве вокруг нее нет никаких тел?

Новый материал

Рассмотрим сначала случай, когда ракета стартует и начинает разгоняться (рис. 197). Ускорение ракеты a направлено противоположно ускорению g. На космонавта действуют две силы: сила тяжести mg (со стороны Земли) и сила реакции опоры N со стороны кресла. Их равнодействующая $F = N - mg$ направлена вверх, чтобы обеспечить космонавту ускорение a (космонавт неподвижен относительно ракеты). По второму закону Ньютона

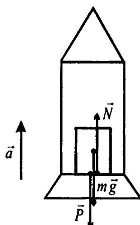


Рис. 197

$$F = ma,$$

т.е.

$$N - mg = ma,$$

откуда

$$N = mg + ma = m(a + g).$$

Вес космонавта P приложен к креслу. По третьему закону Ньютона вес космонавта равен по величине силе реакции опоры N:

$$P = N = m(g + a).$$

Из этой формулы следует, что при разгоне ракеты вес космонавта увеличивается по сравнению с силой тяжести на величину ma. Таким образом космонавт испытывает перегрузку.

Перегрузку можно характеризовать отношением ускорения ракеты a к ускорению свободного падения g – *коэффициентом перегрузки*:

$$n = a/g.$$

Тогда вес космонавта

$$P = m(g + a) = mg(1 + a/g) = mg(1 + n).$$

Перегрузки в космических летательных аппаратах могут быть очень существенными, выдержать такие перегрузки могут только специально подготовленные люди. Поэтому достаточно наивно смотрятся кадры из фильма «Армагеддон», где «простые американские парни» во главе с Брюсом Уиллисом, облетая вокруг Луны, выдерживают десятикратную перегрузку.

А что же происходит, если направления ускорения ракеты и ускорения свободного падения совпадают (рис. 198)? В этом случае равнодействующая сила $F = mg - N$ сообщает космонавту ускорение a:

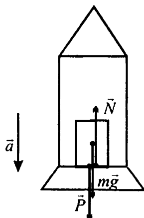


Рис. 198

$$F = ma.$$

Тогда

$$mg - N = ma,$$

откуда

$$N = mg - ma = m(g - a).$$

Следовательно, вес космонавта

$$P = N = m(g - a).$$

Как видно, вес космонавта уменьшается по сравнению с силой тяжести, действующей на Земле. В частности, когда ракета выходит на орбиту и выключает двигатели, ускорение ракеты $a = g$. Поэтому вес космонавта

$$P = m(g - g) = 0.$$

Состояние космонавта (впрочем и любого тела), при котором его вес равен нулю, называется *невесомостью.*

Для того чтобы испытать состояние невесомости или перегрузки совсем не обязательно отправляться в космос. Достаточно сходить на аттракцион «Американские горки». Кроме того, состояние невесомости вы испытываете всегда, когда находитесь в прыжке.

III. Закрепление изученного

– Что такое перегрузка? Когда она наступает?
– Что называют коэффициентом перегрузки?
– Какие силы действуют на космонавта в стартующей ракете? Как они направлены?
– Что такое невесомость? Когда она возникает?
– Как невесомость влияет на организм человека?

IV. Решение задач

1. Чему равен вес летчика-космонавта массой $m = 70$ кг при старте ракеты с поверхности Земли с ускорением $a = 15$ м/с^2? (*Ответ*: $P = m(g + a) = 1750$ Н.)

2. Летательный аппарат, совершая вертикальную посадку на поверхность Земли, равномерно уменьшает свою скорость от $v = 20$ м/с до 0 за 1 с. Чему равен вес пилота массой $m = 80$ кг при посадке? Каков коэффициент перегрузки? (*Ответ*: $P = m(g + v/t) = 960$ Н; $n = 0{,}2$.)

Домашнее задание

1. §46;
2. Задачи 175, 176.

Урок 58
Сила тяжести на других планетах

Цель урока:

Дать учащимся понятие об ускорении свободного падения и силе тяжести на других планетах Солнечной системы.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

– Ракета стартует с поверхности Земли. Какое состояние испытывает космонавт в ракете?

– Будет ли космонавт, находящийся в ракете, движущейся по круговой орбите при включенных двигателях, испытывать состояние невесомости? Если ракета движется при выключенных двигателях?
– Как создать «искусственную тяжесть» на космическом корабле?
– Действует ли Архимедова (выталкивающая) сила в условиях искусственного спутника Земли?
– Как измерять время в космическом корабле в условиях невесомости: маятниковыми, пружинными или песочными часами?

Двое учащихся выписывают на доске решения домашних задач 175 и 176.

II. Новый материал

С 30-х годов XX века, когда была открыта планета Плутон, известно, что вокруг Солнца обращается 9 больших планет. Назовем их в порядке удаления от Солнца и укажем их среднее расстояние до Солнца в астрономических единицах (1 а.е. ≈ 149,6 млн.км.):

1. Меркурий (0,387 а.е.);
2. Венера (0, 72 а.е.);
3. Земля (1 а.е.);
4. Марс (1,52 а.е.);
5. Юпитер (5,2 а.е.);
6. Сатурн (9,54 а.е.);
7. Уран (19,18 а.е.);
8. Нептун (30,06 а.е.);
9. Плутон (39,4 а.е.).

Последние две планеты – Нептун и Плутон – были открыты «на кончике пера», т.е. в результате расчетов их траекторий. Только после этого их увидели в телескопы.

Используя формулу для нахождения ускорения свободного падения $g = G\frac{M}{R^2}$, мы можем рассчитать значения g на поверхности любой планеты. Масса планет M и их радиус R известны благодаря астрономическим наблюдениям и сложным расчетам.

В учебнике приведены значения ускорений свободного падения на различных планетах в относительных единицах: $g/g_з$ (см. Табл. 7). Наибольшее отношение $g/g_з$ для Юпитера (2,55). Т.е. ускорение свободного падения на Юпитере $g_ю \approx 25$ м/с^2. Наименьшее – для Плутона: $g_п/g_з = 0{,}01$, т.е. на Плутоне сила тяжести в 100 раз меньше, чем на Земле.

Кроме больших планет, вокруг Солнца вращается более трех тысяч малых планет – астероидов. Они образуют поле астероидов – неиссякаемый источник вдохновения для писателей-фантастов. Самый крупный из астероидов – Церера. Для него отношение $g_з/g_ц = 32$, т.е. вес груза на Церере в 32 раза меньше, чем на Земле.

Самое близкое к нам небесное тело – Луна. Люди там уже побывали и убедились в том, что действительно ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше земного.

III. Вопросы для закрепления

- Какая планета ближе находится к Солнцу: Юпитер или Уран?
- Каково расстояние между Меркурием и Нептуном (в а.е. и в метрах)?
- На какой планете ускорение свободного падения наиболее близко к земному?
- На сколько отличается вес неподвижного груза массой 1 кг на Марсе и на Земле?
- Почему походка астронавтов на Луне напоминала скорее прыжки, чем обычную ходьбу?

IV. Решение задач

1. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса – 0,11 массы Земли. Вычислите, чему равно ускорение свободного падения на Марсе?

2. Вычислите первую и вторую космические скорости для Венеры, если радиус Венеры $R = 6100$ км, а ее масса $M = 4{,}9 \cdot 10^{24}$ кг. Сравните с аналогичными скоростями для Земли.

(*Ответ*: $v_1 = 7{,}3$ км/с, $v_2 = 10{,}2$ км/с.)

3. Тело бросили на Земле вертикально вверх со скоростью v_0, а на Луне – со скоростью $v_0/3$. Во сколько раз будут отличаться максимальные высоты подъема тела, если ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше земного? Сопротивлением воздуха на Земле пренебречь.

(*Ответ*: $h_з/h_л = 1{,}5$.)

Домашнее задание

1. Выучить §47;
2. Задачи 178, 179, 182.

Урок 59

Проверочное тестирование по теме «Гравитационные явления»

Цель урока:

Проверка знаний и умений учащихся по теме «Гравитационные явления».

Ход урока

Вариант I

1. Какая из приведенных ниже формул выражает закон всемирного тяготения?

а) $\vec{F} = m\vec{a}$; б) $F = \mu N$;

в) $F = G\dfrac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$; г) $F_X = -kx$;

д) среди ответов а)–г) нет правильного.

2. Космический корабль удаляется от Земли. Как изменится сила тяготения, действующая со стороны Земли на ракету, при увеличении расстояния до центра Земли в 2 раза?

а) не изменится;

б) уменьшится в 2 раза;

в) увеличится в 2 раза;

г) уменьшится в 4 раза;

д) увеличится в 4 раза.

3. Вокруг планеты массой M движется спутник массой m. Какое утверждение о силе гравитационного притяжения, действующего со стороны планеты на спутник, правильно?

а) прямо пропорциональна массе M и не зависит от m;

б) прямо пропорциональна массе m и не зависит от M;

в) прямо пропорциональна произведению масс Mm;

г) прямо пропорциональна частному масс M/m;

д) не зависит ни от m, ни от M.

4. Масса Луны равна m, масса Земли – M, расстояние от центра Земли до центра Луны равно R. Чему равна скорость движения Луны по круговой орбите вокруг Земли? Гравитационная постоянная G.

а) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$; б) $\sqrt{\frac{Gm}{R}}$;

в) $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$; г) $\sqrt{\frac{2Gm}{R}}$;

д) $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$; е) $\sqrt{\frac{Gm}{2R}}$.

5. При свободном падении с крыши дома целый кирпич долетит до поверхности Земли за 2 с. Сколько времени будет длится падение с той же крыши половинки кирпича?

а) 2 с; б) 4 с;

в) $2\sqrt{2}$ с; г) 1 с;

д) $\frac{2}{\sqrt{2}}$ с.

6. Масса Луны примерно в 81 раз меньше массы Земли. Чему равно отношение силы всемирного тяготения F_1, действующей со стороны Земли на Луну, к силе F_2, действующей со стороны Луны на Землю?

а) 1/81; б) 1/9;

в) 1; г) 9;

д) 81.

7. С поверхности Земли стартует космическая ракета со скоростью 11,2 км/с. По какой траектории будет двигаться ракета?

а) по круговой орбите вокруг Земли;

б) по эллиптической орбите вокруг Земли;

в) по параболической орбите выйдет за пределы Солнечной системы;

г) удалится от Земли и будет двигаться по эллиптической орбите вокруг Солнца;

д) по параболической орбите упадет на Солнце.

Вариант II

1. По какой из приведенных ниже формул вычисляется сила тяготения?

а) $\vec{F} = m\vec{a}$; б) $F = \mu N$;

в) $F = G\dfrac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$; г) $F_X = -kx$;

д) среди ответов а)–г) нет правильного.

2. Космический корабль приближается к Земле. Как изменится сила тяготения, действующая со стороны Земли на ракету, при уменьшении расстояния до центра Земли в 2 раза?

а) не изменится;

б) уменьшится в 2 раза;

в) увеличится в 2 раза;

г) уменьшится в 4 раза;

д) увеличится в 4 раза.

3. Вокруг планеты массой M движется спутник массой m. Какое утверждение о силе гравитационного притяжения, действующего со стороны спутника на планету, правильно?

а) прямо пропорциональна массе M и не зависит от m;

б) прямо пропорциональна массе m и не зависит от M;

в) прямо пропорциональна произведению масс Mm;

г) прямо пропорциональна частному масс M/m;

д) не зависит ни от m, ни от M.

4. Масса Земли равна m, масса Солнца – M, расстояние от центра Земли до центра Солнца равно R. Чему равна скорость движения Земли по круговой орбите вокруг Солнца? Гравитационная постоянная G.

а) $\sqrt{\dfrac{Gm}{2R}}$; б) $\sqrt{\dfrac{GM}{2R}}$;

в) $\sqrt{\dfrac{2Gm}{R}}$; г) $\sqrt{\dfrac{2GM}{R}}$;

д) $\sqrt{\dfrac{Gm}{R}}$; е) $\sqrt{\dfrac{GM}{2R}}$.

5. Камень массой 2 кг при свободном падении с балкона долетит до поверхности Земли за 1 с. Сколько времени будет длится полет с того же балкона мяча массой 100 г?

а) 0,5 с; б) $\frac{1}{\sqrt{2}}$;
в) 1 с; г) 2 с;
д) 4 с.

6. Масса Земли примерно в 330000 раз меньше массы Солнца. Чему равно отношение силы всемирного тяготения F_1, действующей со стороны Солнца на Землю, к силе F_2, действующей со стороны Земли на Солнце?
а) 330000; б) 575;
в) 1/575; г) 1/330000;
д) 1.

7. С поверхности Земли стартует космическая ракета со скоростью 7,9 км/с. По какой траектории будет двигаться ракета?
а) по круговой орбите вокруг Земли;
б) по параболической орбите выйдет за пределы Солнечной системы;
в) по эллиптической орбите вокруг Солнца;
г) по параболической орбите упадет на Солнце;
д) по прямой, снова упав на Землю.

Ответы к тесту:

	1	2	3	4	5	6	7
I вариант	в	г	в	а	а	в	г
II вариант	в	д	б	е	в	д	а

Урок 60
Гравитация и Вселенная

Цель урока:

Сформировать понятие галактики. Сформулировать закон Хаббла.

Ход урока

I. Анализ самостоятельной работы

II. Повторение

– Какое взаимодействие называют гравитационным?
– Посредством чего осуществляется гравитационное взаимодействие?
– Сформулируйте закон всемирного тяготения. Для каких тел он справедлив?
– В чем заключается физический смысл гравитационной постоянной?
– Кем впервые были проделаны точные измерения этой постоянной?
– Какую силу называют силой тяжести?

– Что такое поле тяжести?
– По какой формуле следует находить силу тяжести, если тело находится вблизи поверхности Земли?
– Что называют свободным падением?
– От чего зависит ускорение свободного падения?
– Что такое перегрузка?

III. Изучение нового материала

Мир, Земля, Космос, Вселенная...

Тысячелетиями пытливое человечество обращало свои взгляды на окружающий мир, стремилось постигнуть его, вырваться за пределы микромира в макромир.

Что есть Земля, Луна, Солнце, звезды? Где начало и где конец Вселенной, как долго она существует, из чего состоит и где границы ее познания?

Изучение Вселенной, даже только известной нам ее части, является грандиозной задачей. Чтобы получить те сведения, которыми располагают современные ученые, понадобились труды множества поколений.

Вселенная бесконечна во времени и пространстве. Каждая частичка Вселенной имеет свое начало и конец, как во времени, так и в пространстве, но вся Вселенная бесконечна и вечна так, как она является вечно самодвижущейся материей.

Вселенная – это все существующее. От мельчайших пылинок и атомов до огромных скоплений вещества звездных миров и звездных систем. Поэтому не будет ошибкой сказать, что любая наука так или иначе изучает Вселенную, точнее, те или иные ее стороны. Химия изучает мир молекул, физика – мир атомов и элементарных частиц, биология – явления живой природы. Но существует научная дисциплина, объектом исследования которой служит сама Вселенная или «Вселенная как целое». Это особая отрасль астрономии – так называемая космология. Космология – учение о Вселенной в целом, включающая в себя теорию всей охваченной астрономическими наблюдениями области, как части Вселенной (кстати, не следует смешивать понятия Вселенной в целом и «наблюдаемой», видимой Вселенной). Во втором случае речь идет лишь о той ограниченной области пространства , которая доступна современным методам научных исследований. С развитием кибернетики в различных областях научных исследованиях приобрели большую популярность методики моделирования. Сущность этого метода состоит в том, что вместо того или иного реального объекта изучается его модель, более или менее точно повторяющая оригинал или его наиболее важные и существенные особенности. Модель не обязательно вещественная копия объекта. Построение приближенных моделей различных явлений помогает нам все глубже познавать окружающий мир. Так, например, на протяжении длительного времени астрономы занимались изучением однородной и изотропной (воображаемой) Вселенной, в которой все физические явления протекают одинаковым образом и все законы остаются неизменными для любых областей и в любых на-

правлениях. Изучались также модели, в которых к этим двум условиям добавлялось третье, – неизменность картины мира. Это означает, что в какую бы эпоху мы не созерцали мир, он всегда должен выглядеть в общих чертах одинаково. Эти во многом условные и схематические модели помогли осветить некоторые важные стороны окружающего нас мира. Но! Как бы сложна ни была та или иная теоретическая модель, какие бы многообразные факты она ни учитывала, любая модель – это еще не само явление, а только более или менее точная его копия, так сказать образ реального мира. Поэтому все результаты, полученные с помощью моделей Вселенной необходимо проверить путем сравнения с реальностью. Нельзя отождествлять само явление с моделью. Нельзя без тщательной проверки приписывать природе те свойства, которыми обладает модель. Ни одна из моделей не может претендовать на роль точного «слепка» Вселенной.

Звезды во Вселенной объединены в гигантские Звездные системы, называемые галактиками. ·

Число звезд в галактике порядка 101^{12}. Млечный путь, светлая серебристая полоса звезд, опоясывающая все небо, составляет основную часть нашей Галактики. Млечный путь наиболее ярок в созвездии Стрельца, где находятся самые мощные облака звезд. Наименее ярок он в противоположной части неба. Из этого нетрудно вывести заключение, что солнечная система не находится в центре Галактики, который от нас виден в направлении созвездия Стрельца. В общем наша Галактика занимает пространство, напоминающее линзу или чечевицу, если смотреть на нее сбоку. Размеры Галактики были намечены по расположению звезд, которые видны на больших расстояниях. Это *цефеиды* и *горячие гиганты*. Диаметр Галактики примерно равен 3000 пк (Парсек (пк) – расстояние, с которым большая полуось земной орбиты, перпендикулярная лучу зрения, видна под углом в 1", 1 Парсек = 3,26 светового года = 206265 а.е. = $3 \cdot 10^{13}$ км) или 100000 световых лет (световой год – расстояние пройденное светом в течение года), но четкой границы у нее нет, потому что звездная плотность постепенно сходит на нет.

В центре галактики расположено ядро диаметром 1000–2000 пк – гигантское уплотненное скопление звезд. Оно находится от нас на расстоянии почти 10000 пк (30000 световых лет) в направлении созвездия Стрельца, но почти целиком скрыто плотной завесой облаков, что препятствует обычным визуальным и фотографическим наблюдениям этого интереснейшего объекта Галактики. В состав ядра входит много красных гигантов и короткопериодических цефеид.

Масса нашей галактики оценивается сейчас разными способами и равна примерно $2 \cdot 10^{11}$ масс Солнца (масса Солнца равна $2 \cdot 10^{30}$ кг), причем 1/1000 ее заключена в межзвездном газе и пыли. Поперечник нашей галактики составляет 100000 световых лет. Путем кропотливой работы московский астроном В.В. Кукарин в 1944 г. нашел указания на спиральную структуру галактики, причем оказалось, что мы живем в пространстве между двумя спиральными ветвями, бедном звездами.

В некоторых местах на небе в телескоп, а кое-где даже невооруженным глазом, можно различить тесные группы звезд, связанные взаимным тяготением, или звездные скопления. Существует два вида звездных скоплений: рассеянные и шаровые.

Рассеянные скопления состоят обычно из десятков или сотен звезд главной последовательности и сверхгигантов со слабой концентрацией к центру. Шаровые же скопления состоят обычно из десятков или сотен звезд главной последовательности и красных гигантов. Иногда они содержат короткопериодические цефеиды. Размер рассеянных скоплений – несколько парсек. Размер шаровых скоплений с сильной концентрацией звезд к центру – десяток парсек. Известно более 100 шаровых и сотни рассеянных скоплений, но в Галактике последних должно быть десятки тысяч.

Кроме звезд в состав Галактики входит еще рассеянная материя, чрезвычайно рассеянное вещество, состоящее из межзвездного газа и пыли. Оно образует туманности. Светлые они от того, что их освещают близлежащие звезды.

Эдвин Пауэлла Хаббл (1889–1953), выдающийся американский астроном-наблюдатель, избрал самый простой метод классификации галактик по внешнему виду. Не смотря на то, что в классификацию были внесены впоследствии некоторые дополнения, первоначальная система, выведенная Хабблом, по прежнему остается основой классификации галактик,

Хаббл предложил разделить все галактики на три вида:

1. Эллиптические E (*elliptical*);
2. Спиральные S (*Spiral*);
3. Неправильные I (*irregular*).

Теоретическое моделирование имеет важное значение так же и для выяснения прошлого и будущего наблюдаемой Вселенной. В 1922 г. А.А. Фридман занялся разработкой оригинальной теоретической модели Вселенной. Он предположил, что средняя плотность не является постоянной, а меняется с течением времени. Фридман пришел к выводу, что любая достаточно большая часть Вселенной, равномерно заполняемая материей, не может находиться в состоянии равновесия; она должна либо расширяться; либо сжиматься. Еще в 1917 г. В.М. Слайдер обнаружил «красное смещение» спектральных линий в спектрах далеких галактик. Подобное смещение наблюдается тогда, когда источник света удаляется от наблюдателя. В 1929 г. Э. Хаббл объяснил это явление взаимным разбеганием этих звездных систем.

Открытый Хабблом закон гласит, что Вселенная расширяется таким образом, что скорость v, с которой галактики удаляются друг от друга, пропорциональна расстоянию R между ними:

$$v = HR,$$

где $H \approx 65 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$ – постоянная Хаббла.

Физический смысл этой постоянной заключается в том, что две галактики, находящие на расстоянии 1 Мпк, удаляются друг от друга со скоростью 65 км/с.

В настоящее время известны галактики, удаляющиеся от нас со скоростью 0,46 скорости света. А сверхзвезды и квадры – 0,85 скорости света. Но почему они движутся? На галактики постоянно действует какая-то сила. В отдаленном прошлом материя в нашей области Вселенной находилась в сверхплотном состоянии. Затем произошел «взрыв», в результате которого и началось расширение. Чтобы выяснить дальнейшую судьбу метагалактики, необходимо оценить среднюю плотность межзвездного газа. Если она выше 10 протонов на 1м^3, то общее гравитационное поле метагалактики достаточно велико, чтобы постепенно остановить расширение. И оно сменится сжатием.

Вся охваченная современными методами астрономических наблюдений часть Вселенной называется Метагалактикой (или нашей Вселенной). В Метагалактике пространство между галактиками заполнено чрезвычайно разряженным межгалактическим газом, пронизывается космическими лучами, в нем существуют магнитные и гравитационные поля, и возможно невидимые массы веществ.

От наиболее удаленных метагалактических объектов свет идет до нас много миллионов лет. Но нет оснований утверждать, что Метагалактика это вся Вселенная. Возможно, существуют другие, пока не известные нам Метагалактики.

Мы живем в расширяющейся Метагалактике. Расширение Метагалактики проявляется только на уровне скоплений и сверхскоплений галактик. Метагалактика имеет одну особенность: не существует центра, от которого разбегаются галактики. Удалось вычислить промежуток времени с начала расширения метагалактики.

Промежуток расширения равен 20–13 млрд. лет. Расширение Метагалактики является самым грандиозным из известных в настоящие время явлений природы. Есть предположение, что расширение Метагалактики также началось с явления, напоминающего колоссальный взрыв вещества, обладающего огромной температурой и плотностью. Расчеты, выполненные астрофизиками, свидетельствуют о том, что после начала расширения вещество Метагалактики имело высокую температуру и состояло из элементарных частиц (нуклонов) и их античастиц. По мере расширения изменилась не только температура и плотность вещества, но и состав входивших в него частиц, т.е. многие частицы и античастицы аннигировали, порождая при этом электромагнитные излучения, которых в современной нам Метагалактике оказалось больше, чем атомов, из которых состоят звезды, планеты. Эта теория называется теорией «горячей Вселенной».

Все эти данные удалось получить только с помощью уникального, сложного оборудования, позволяющего расширить границы Вселенной. До сих пор человечество совершенствует его, изобретая все более гениальные приборы, но еще на заре цивилизации, когда пытливый человеческий ум обра-

тился к заоблачным высотам, великие философы мыслили свое представление о Вселенной, как о чем-то бесконечном.

Великий немецкий ученый, философ Иммануил Кант (1724–1804) создал первую универсальную концепцию эволюционирующей Вселенной, представляя Вселенную бесконечной в особом смысле. Он обосновал возможность и значительную вероятность возникновения такой Вселенной исключительно под действием механических сил притяжения и отталкивания, и попытался выяснить дальнейшую судьбу этой Вселенной на всех ее масштабных уровнях – начиная с планетной системы и кончая миром туманности.

Эйнштейн совершил радикальную научную революцию, введя свою теорию относительности. Это было сравнительно просто, как и все гениальное. Ему не пришлось предварительно открыть новые явления, установить количественные закономерности. Он лишь заменил теорию абсолютности пространства и времени идеей их относительности. Открылся путь для дальнейшего проникновения в свойства и законы окружающего мира, настолько глубоко, что сам Эйнштейн не сразу осознал степень революционности своей идеи.

В статье от 30 июня 1905 г., заложившей основы специальной теории относительности. Эйнштейн, обобщая принципы относительности Галилея, провозгласил равноправие всех инерциальных систем отсчета не только в механических, но также электромагнитных явлений.

Впервые принципиально новые космологические следствия общей теории относительности раскрыл выдающийся советский математик и физик-теоретик Александр Фридман (1888–1925). Фридман привел две модели Вселенной. Вскоре эти модели нашли удивительно точное подтверждение в непосредственных наблюдениях движений далеких галактик в эффекте «красного смещения» в их спектрах.

Этим Фридман доказал, что вещество во Вселенной не может находиться в покое. Своими выводами Фридман теоретически способствовал открытию необходимости глобальной эволюции Вселенной.

Существует несколько теорий эволюции:

Теория пульсирующей Вселенной утверждает, что наш мир произошел в результате гигантского взрыва. Но расширение Вселенной не будет продолжаться вечно, т.к. его остановит гравитация. По этой теории наша Вселенная расширяется в течение 18 млрд. лет со времени взрыва. В будущем расширение полностью замедлится и произойдет остановка, а затем она начнет сжиматься до тех пор, пока вещество опять не сожмется и произойдет новый взрыв.

Теория стационарного взрыва: согласно ей Вселенная не имеет ни начала, ни конца. Она все время прибывает в одном и том же состоянии. Постоянно идет образование нового водоворота, чтобы возместить вещество удаляющихся галактик. По этой причине Вселенная всегда одинакова. Но если Вселенная, начало которой положил взрыв, будет расширяться до бесконечности, то она постепенно охладится и совсем угаснет.

Но пока ни одна из этих теорий не доказана, т.к. на данный момент не существует никаких точных доказательств хотя бы одной из них. Открытие

многообразных процессов эволюции в различных системах и телах, составляющих Вселенную, позволило изучить закономерности космической эволюции на основе наблюдаемых данных и теоретических расчетов.

В качестве одной из важнейших задач рассматривается определение возраста космических объектов и их систем. Факт взаимного удаления галактик, составляющих Метагалактики, свидетельствует о том, что некоторое время тому назад она находилась в качественно ином состоянии, и была более плотной.

Из всех вышеперечисленных доказательств можно с уверенностью сделать вывод: Вселенная эволюционирует, бурные процессы происходили в прошлом, происходят сейчас и будут происходить в будущем.

IV. Вопросы на закрепление:

- Сколько звезд в нашей галактике?
- С какой скоростью Солнце движется вокруг центра галактики?
- За какое время свет проходит расстояние, равное 1 Мпк?
- Сформулируйте закон Хаббла.
- От чего зависит будущее Вселенной? Будет ли она расширятся вечно?

Домашнее задание

1. Выучить § 48;
2. Задачи № 182, 183, 184, 185.

Урок 61
Контрольная работа по теме «Гравитационные явления»

Цель урока:

Выявить знания и умения учащихся по теме «Гравитационные явления».

Ход урока

Предлагается два разных по уровню сложности варианта контрольной работы. Вариант II рассчитан только на хорошо и отлично успевающих учащихся.

Вариант I

1. Стремясь прыгнуть в реку как можно дальше, мальчик разбежался и оттолкнулся от края крутого берега с горизонтальной скоростью 6 м/с. Высота берега над водой равна 7,2 м.
   а) Сколько времени длилось движение мальчика?
   б) На каком расстоянии по горизонтали от места начала движения мальчик войдет в воду?
   в) С какой скоростью мальчик двигался в момент касания воды?

2. На тело, находящееся на расстоянии r от планеты, действует сила притяжения к планете, равная F.
   а) Схематически изобразите силы гравитационного взаимодействия этих тел.

б) Чему будет равна сила притяжения при увеличении расстояния между ними в 2 раза?

в) Если тело первоначально удерживали, то как оно будет двигаться, если его отпустить? Будет ли это движение равноускоренным?

3. Космонавт массой 75 кг при выводе корабля на орбиту испытывает перегрузку, равную 3.

а) Чему равен вес космонавта?

б) Как направлено ускорение ракеты и чему оно равно?

Вариант II

1. Вертикально вверх бросили мяч массой 0,5 кг. Мяч, достигнув высоты 5 м, вернулся в точку бросания. Пренебрегая сопротивлением воздуха, ответьте на вопросы:

а) Какое время мяч находился в движении?

б) С какой скоростью мяч упадет на землю? Начертите график зависимости величины скорости мяча от времени.

в) Чему была равна кинетическая энергия мяча, когда он находился на высоте 2,5 м?

2. Определите коэффициент перегрузки, испытываемой космонавтом массой 80 кг, если его вес при этом составляет 400 Н.

3. По орбите какого радиуса движется искусственный спутник Земли, если его орбитальная скорость равна 8000 м/с?

4. Каким будет период колебаний нитяного маятника на планете Марс, если на Земле он составляет 2 с?

5. Чему равен гравитационный радиус Луны, если ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше земного?

Задачи повышенной сложности

1. К сети напряжением 120 В подключают два сопротивления. При их последовательном соединении ток равен 3 А, а при параллельном – суммарный ток равен 16 А. Чему равны сопротивления?

(*Ответ*: R_1 = 10 Ом, R_2 = 30 Ом.)

2. Можно ли две лампочки накаливания мощностью 60 Вт и 40 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В, включать в цепь с напряжением 220 В при последовательном их соединении?

(*Ответ*: Нет, первая будет гореть с недокалом, а вторая – с перекалом.)

3. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает через время t_1 = 15 мин, при включении другой – через время t_2 = 30 мин. Через какое время t закипит вода в чайнике, если обе обмотки включить: а) последовательно; б) параллельно.

(*Ответ*: а) t = 45 мин, б) t = 10 мин.)

4. Предохранитель из свинцовой проволоки сечением S_1 = 0,2 мм^2 поставлен в сеть, проложенную медным проводом с поперечным сечением S_2 = 2 мм^2. При коротком замыкании сила тока достигла значения I = 30 А. Через какое время после короткого замыкания начнет плавиться свинцовый предохранитель? На сколько за это время нагреются медные провода? Потерями тепла вследствие теплопроводности пренебречь. Удельная теплоемкость свинца $c_1 = 134 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$, меди – $c_2 = 381 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$. Удельное сопротивление свинца $\rho_1 = 0{,}22 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, меди – $\rho_2 = 0{,}017 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Температура плавления свинца $t_{\text{пл}}$ = 327 °С. Температура медных проводов до замыкания t_0 = 20 °С.

(*Ответ*: Предохранитель начнет плавиться через 0,09 с, медные провода за это время нагреются на 0,1 °С.)

5. Дуговая лампа горит под напряжением U = 80 В и потребляет мощность P = 800 Вт. На сколько градусов нагреются подводящие провода через 1 мин после включения лампы, если провода площадью поперечного сечения S = 4 мм^2 сделаны из меди? Половина выделившегося тепла отдается окружающей среде. Удельное сопротивление меди $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, плотность меди $\nu = 8{,}9 \cdot 10^3$ кг/м^3, удельная теплоемкость меди $c = 381 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$.

(*Ответ*: на 0,8 °С.)

6. Два проводника, сделанные из одного и того же материала, включены последовательно. Найти отношение температур проводников при подключении их в сеть, если одни из проводников в два раза толще другого, а теплоотдача пропорциональна площади поверхности проводника и разности температур проводника и окружающего воздуха. Температура воздуха $t_0 = 0$ °С.

(*Ответ*: $t_1/t_2 = 1/8$.)

7. Две лампы мощностью $P_1 = 40$ Вт и $P_2 = 60$ Вт, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в сеть с тем же напряжением последовательно. Какие мощности они потребляют?

(*Ответ*: $P_1' = 14{,}4$ Вт, $P_2' = 9{,}6$ Вт.)

8. В одном калориметре находится вода, в другом – жидкость такой же массы. В калориметры погрузили одинаковые проволочки, включенные последовательно в цепь с током. Какую удельную теплоемкость имеет жидкость, если через некоторое время после подключения проволочек к источнику тока температура воды поднялась на 4,25 °С, а жидкости – на 5 °С.

(*Ответ*: $c = 3570 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$.)

9. Проволока из нихрома изогнута в виде кольца радиуса $r = 1$ м. В центре кольца лежит источник тока с $U = 2$ В. Источник тока соединили с кольцом по диаметру такой же нихромовой проволокой. Найти напряжение между точками соединения, если площадь поперечного сечения проволоки $S = 1$ мм^2.

(*Ответ*: $U = 0{,}9$ В.)

Домашние экспериментальные задания

1. Разрежьте сырую картофелину пополам и в одну их половинок на расстоянии 1–2 см воткните иголки. Иголки подсоедините к полюсам гальванического элемента. Пронаблюдайте за изменением цвета картофеля вблизи электродов (катода и анода). Можно ли с помощью этого метода выявить наличие нитратов в картофеле? Каков тип проводимости здесь имеет место?

2. Рассмотрите запасные плавкие предохранители к телевизору и другим бытовым электроприборам. Запишите предельные значения токов плавких вставок. Начертите схему электрической цепи включения электропотребителя с плавким предохранителем.

3. На баллоне лампы накаливания написано: 60 Вт, 220 В. По этим параметрам определите сопротивление спирали лампы в рабочем состоянии. Рассчитайте длину спирали лампы, если известно, что она изготовлена из вольфрамовой проволоки диаметром 0,08 мм.

4. Запишите по паспорту мощность домашнего электрического чайника (электрокипятильника). Определите количество теплоты, выделяемое за время $t = 15$ мин, а также стоимость потребляемой энергии за это время.

5. Соберите цепь из элемента Вольта, ключа, одновольтовой лампы. Проверьте, как зависит накал лампы от глубины погружения пластин. Объясните эту зависимость. Превращение каких видов энергии здесь происходит?

6. Что будет наблюдаться, если к двум рядом висящим швейным иглам поднести полюс магнита? Ответ объясните и проверьте на опыте.

7. Объясните, почему гвозди, канцелярские скрепки, повисшие на магните и находящиеся рядом, отклоняются от вертикального направления. Проделайте опыт и убедитесь в этом.

8. Поднесите компас вначале ко дну, а затем к верхней части железного ведра (кастрюли), стоящего на земле. У дна стрелка компаса поворачивается южным полюсом к ведру, а в верхней части – северным. Проверьте это явление и объясните его.

9. Используя парафиновую бумагу и железные опилки, получите спектр магнитного поля прямого и подковообразного магнита.

10. Исследуйте, как ведут себя листочки слабо заряженного электроскопа при приближении к нему сильно наэлектризованной (зарядом противоположного знака) палочки. Объясните наблюдаемое явление.

11. Сконструируйте и изготовьте реостат на 3 Ом. Предусмотрите приспособление, которое позволяло бы сразу определять величину введенного сопротивления реостата.

12. Исследуйте, зависит ли направление силовых линий магнитного поля электромагнита от направления тока в катушке. Зависит ли сила магнитного поля от силы тока в катушке; от материала сердечника, вводимого в катушку; от числа витков катушки?

13. Сконструируйте и изготовьте действующую модель электрического устройства, при помощи которого можно очищать немагнитные сыпучие тела (песок, соль, зерно и т.д.) от мелких железных предметов (например, железных опилок).

14. Сконструируйте установку, при помощи которой можно управлять движением игрушечного водолаза, помещенного в высокую цилиндрическую мензурку с водой. Управление должно вестись на расстоянии нескольких метров и осуществляться посредством тепла, создаваемого пламенем спиртовки при приближении к управляющему устройству (при этом водолаз должен погружаться).

15. Выпустите одновременно с одной и той же высоты вначале два пустых, а затем пустой и полный коробки спичек. Какой из них упадет раньше? Объясните наблюдаемые явления.

16. Положите на край стола небольшой предмет, например, ластик или коробок спичек. Столкните предмет со стола и зафиксируйте место, где он ударился о пол. Измерив высоту стола над полом и дальность полета, найдите скорость, которую вы сообщили телу при толчке.

Литература

Антипин И.Г. Экспериментальные задачи по физике. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1974.

Блудов М.И. Беседы по физике. – М.: Просвещение, 1973.

Горбушкин Ш.А. Азбука физики. Опорные конспекты для изучения физики за курс средней общеобразовательной школы: Экспериментальные материалы. – Ижевск: Удмуртия, 1992.

Горев Л.А. Занимательные опыты по физике. Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1985.

Громов С.В., Родина Н.А. Физика 9. – М.: Просвещение, 2000.

Дягилев Ф.М. Из истории физики и жизни ее творцов: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1986.

Ельнин В.И. Оригинальные уроки физики и приемы обучения. – М.: Школа-Пресс, 2001.

Кабардин О.Ф. и др. Контрольные и проверочные работы по физике 7–11 кл.: Метод. пособие / О.Ф.Кабардин, С.И.Кабардина, В.А.Орлов. – М.: Дрофа, 2001.

Кузей М.С. Уроки физики. – Минск: «Народная Асвета», 1976.

Куперштейн Ю.С., Марон Е.А. Физика: Контрольные работы / Под. ред. проф. А.Е.Марона. – СПб.: Специальная литература, 1990.

Лукашик В.И. Физическая олимпиада в 6–7 классах средней школы: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1987.

Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 2002.

Майоров А.Н. Физика для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. – Ярославль: «Академия развития»; «Академия и К», 1999.

Малафеев Р.И. Творческие задания по физике: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1971.

Мартынова Н.К. Физика: Книга для учителя. Кн. 7, 8, 9. – М.: Просвещение, 2002.

Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Оптика. Квантовая физика. – М.: Дрофа, 2001.

Нестандартные уроки по физике 7–10 кл. / Сост. С.В.Боброва. – Волгоград, 2002.

Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика 9. – М.: Дрофа, 2000.

Решение задач. Справочник школьника. – М., 1997.

Учебная физика. Научно-практический журнал для преподавателей физики, учителей, студентов, учащихся.

Физика и астрономия. – М.: Просвещение, 2000.

Физика. Полный школьный курс. – М.: АСТ- Пресс, 2000.

Физика: Механика. 9 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики / М.М.Балашов, А.И.Гомонова, А.Б.Долицкий и др.; Под. ред. Г.Я.Мякишева. – М.: Дрофа, 1998.

Шаталов В.Ф. и др. Опорные конспекты по кинематике и динамике: Кн. для учителя: Из опыта работы / В.Ф.Шаталов, В.М.Шейман, А.М.Хант. – М.: Просвещение, 1989.

ОГЛАВЛЕНИЕ